ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1974 — N° 28

Inspection sanitaire et qualitative des beurres

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement en 1974

DEVANT

L'UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER DE TOULOUSE

PAR

LAURENT Jacques, Pierre, André

Né le 5 Janvier 1947 à COULOMMIERS (S.-et-M.)

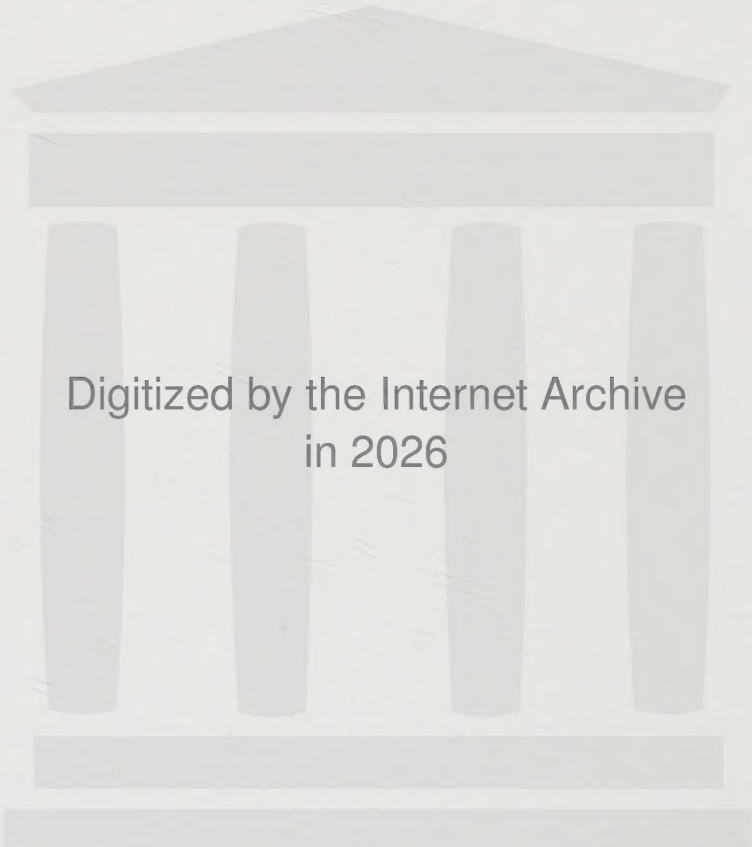
Jury :

Président M. ROUX, Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Assesseurs M. LABIE, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
M. FALIU, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

TOULOUSE
IMPRIMERIE DU VIGUIER
6, rue Ninau, 6

1974


Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549604_0025

Inspection sanitaire et qualitative des beurres

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1974 No 28

Inspection sanitaire et qualitative des beurres

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement en 1974

DEVANT

L'UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER DE TOULOUSE

PAR

LAURENT Jacques, Pierre, André

Né le 5 Janvier 1947 à COULOMMIERS (S.-et-M.)

Jury :

Président M. ROUX, Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Assesseurs M. LABIE, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

M. FALIU, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

TOULOUSE
IMPRIMERIE DU VIGUIER
6, rue Ninau, 6

1974

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

DIRECTEUR. . . . . MM. LAUTIÉ
DIRECTEURS HONORAIRES. . . . . PONS, DARRASPEN
FLORIO
PROFESSEUR HONORAIRE. . . . . LOMBARD

PERSONNEL ENSEIGNANT

Chaire de Pharmacie et Toxicologie.
Professeur titulaire. . . . . M. **Godfrain**
Maître-Assistant. agrégé ..... Mme **Burgat-Sacaze**
Pharmacie et Toxicologie

Chaire de Physique et Chimie Biologiques et Médicales.
Professeur titulaire. . . . . M. **Rico**
Maître-Assistant ..... M. **Braun**
Physique biologique et médicale
Chimie biologique et médicale

Chaire d'Anatomie des Animaux domestiques.
Professeur titulaire. . . . . M. **Pavaux**
Anatomie descriptive - Extérieur
Anatomie appliquée - Tératologie

Chaire de Physiologie et Thérapeutique.
Professeur titulaire. . . . . MM. **Ruckebusch**
Maître de Conférences, non
Chef de Service..... **Fargeas**
Maître-Assistant ..... M. **Toutain**
Physiologie - Thérapeutique et Pharmacodynamie

Chaire d'Histologie - Anatomie Pathologique.
Professeur titulaire. . . . . MM. **Van Haverbeke**
Professeur sans Chaire..... **Cabanié**
Maître-Assistant. . . . . **Magnol**
Histologie - Embryologie - Anatomie Pathologique

Chaire d'Hygiène et Industrie des Aliments d'origine animale.
Professeur titulaire. . . . . M. **Labie**
Maître-Assistant. . . . . **Eeckhoutte**
Hygiène, Inspection, Contrôle et Technologie
des Denrées alimentaires d'origine animale

Chaire de Parasitologie et Maladies Parisitaires.
Professeur titulaire. . . . . M. **Brizard**
Maître-Assistant Agrégé. . . . ... **Dorchies**
Zoologie appliquée - Parasitoiogie externe
Parasitologie interne - Clinique

Chaire de Séméiologie et Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores.
Professeur titulaire. . . . . M. **Florio**
Professeur sans Chaire..... **Lescure**
Maître-Assistant. . . . . **Guelfi**
Séméiologie et Pathologie Médicale
des Equidés et Carnivores
Législation Vétérinaire et Déontologie - Clinique

Chaire de Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour.
Professeur titulaire. . . . . M. **Tournut**
Professeur sans Chaire..... **Espinasse**
Maître-Assistant. . . . . **Bézille**
Séméiologie et Pathologie Médicale du Bétail
et des Animaux de basse-cour - Clinique
Clinique ambulatoire

Chaire de Pathologie Chirurgicale.
Professeur titulaire. . . . . M. **Cazieux**
Maître-Assistant ..... M. **Dickelé**
« M. Genevois
Propédeutique et Séméiologie Chirurgicale
Technique Chirurgicale - Pathologie Chirurgicale

Chaire de Pathologie de la Reproduction.
Professeur titulaire. . . . . M. **Berthelon**
Professeur sans Chaire..... **Royal**
Maître-Assistant. . . . . **Tainturier**
Séméiologie et Propédeutique
Pathologie de la Reproduction - Obtétrique - Clinique

Chaire de Maladies Contagieuses - Zoonoses Législation Sanitaire.
Professeur titulaire. . . . . M. **Saurat**
Maître-Assistant Agrégé. . . . ... **Chantal**
Maladies Contagieuses - Zoonoses
Législation Sanitaire
Maître-Assistant.. ..... M. Ganière

Chaire de Pathologie générale - Microbiologie Immunologie.
Professeur titulaire. . . . . M. **Lautié**
Maître-Assistant. . . . . **Meignier**
Microbiologie - Immunologie - Pathologie générale

Chaire de Zootechnie et Economie Rurale.
Professeur titulaire. . . . . M. **Queinnec**
Maître-Assistant. . . . . **Darre**
Ethnologie - Génétique appliquée - Hygiène générale
Zootechnie - Elevage
Economie générale et des Productions animales

Chaire d'Alimentation.
Professeur titulaire. . . . . M. **Fallu**
Maître de Conférences, non
on chef de service, **Griess**
Maître-Assistant ..... M. **Paragon**
Botanique appliquée et Bromatologie
Agronomie - Alimentation

COURS COMPLEMENTAIRES — CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Antibiothérapie des Maladies Infectieuses..... MM. **Monnier**
Aspect médical des Zoonoses..... **Armengaud**
Energétique. . . . . **Labouche**
Initiation à l'Informatique Biomédicale..... **Fernet**
Agronomie. . . . . **Combret**
Métabolismes. . . . . **Raynaud**

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats
(Délibération de la Faculté en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole en date du 13 juin 1924)

A MES PARENTS

En témoignage d'affection et de reconnaissance. Qu'ils trouvent ici la modeste récompense de leurs efforts et de leur aide.

A MON FRERE

Pour le remercier de l'aide et des conseils qu'il nous a donnés.

A CLAUDINE

A MES AMIS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur Roux

de l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Qu'il trouve ici le fruit d'une précieuse collaboration. Avec nos vifs remerciements.

Hommage respectueux.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le Professeur LABIE

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Qui nous a fait l'honneur d'accepter de juger notre travail.

Qu'il trouve ici l'expression de nos sentiments respectueux.

Monsieur le Professeur FALIU

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Qui nous a fait l'honneur d'accepter de faire partie de notre jury de thèse.

Hommage respectueux.

A Madame SERRES et ses collaborateurs

Ingénieur Agronome
Directeur du Laboratoire Central d'Inspection du Lait

Pour la remercier de l'aide précieuse qu'avec extrême amabilité elle nous a toujours accordée.

TABLE DES MATIERES

A. — INTRODUCTION 19

Importance du problème de l'inspection du beurre 19

B. — PRODUCTION DU BEURRE 21

1° Définition 21

2° Historique 21

3° Aspects de la production beurrière actuelle 22

a) *Zones de production* 22

b) *Caractère cyclique de la production* . . 24

c) *Situation en* 1972 26

d) *Le commerce du beurre* 31

e) *Evolution en* 1973 33

C. — TECHNIQUES DE FABRICATION ET DE CONSERVATION DES BEURRES 35

I. — *FABRICATION* 35

1° Le beurre fermier 35

2° Le beurre pasteurisé 36

a) *L'écrèmage du lait* 36

b) *Désacidification des crèmes fermières* 40

c) *Normalisation des crèmes* 42

d) *Pasteurisation des crèmes* 42

e) *Réfrigération et désodorisation de la crème pasteurisée* 44

f) *Ensemencement de la crème et conduite de la maturation* 46

g) *Barattage de la crème* 50

II. — *PROCEDES DE CONSERVATION DU BEURRE* 55

a) *Le salage* 55

b) *L'entreposage frigorifique* 56

c) *L'huile de beurre* 58

D. — ORGANISATION DE L'INSPECTION DES BEURRES 61

1° Historique 61

2° Organisation actuelle 64

3° Législation et modalités de contrôle . . 67

a) *Contrôle permanent en vue de l'agrément des usines* 67

b) *Le contrôle des beurres pour le compte de l'Etat (régulation du marché intérieur)* 74

c) *Contrôle des beurres pour l'exportation* 76

d) *Contrôle des beurres dans le cadre de l'inspection de salubrité des denrées alimentaires* 78

E. — DEFAUTS DES BEURRES 81

1° Défauts décelés par des examens de laboratoire 81

2° Défauts décelés par l'examen organoleptique 83

a) *Défauts d'aspect* 83

b) *Défauts de texture* 84

c) *Répartition de l'eau* 85

d) *Défauts et altérations du goût et de l'odeur* 87

3° Bilan du contrôle des beurres 94

a) *Résultats des contrôles effectués dans les usines* 94

b) *Défauts des beurres découverts au moment de la commercialisation* 95

F. — LE PROBLEME DES RESIDUS DES PESTICIDES DANS LES BEURRES 97

1° Définition des pesticides 97

2° Historique 97

3° Les pesticides 98

4° Danger des pesticides 101

5° Niveau de contamination actuelle de la matière grasse du beurre français (et des produits laitiers) 105

6° Mesures de prévention 107

G. – INTERET DE L'INSPECTION DES BEURRES 109

A. — INTRODUCTION

Importance du problème de l'inspection de beurre

L'importance du problème de l'inspection des beurres par les Services Vétérinaires est dictée par la loi du 8 juillet 1965 et les décrets des 31 mars 1967 et 21 juillet 1971.

Ces textes chargent les Services Vétérinaires de l'inspection de la salubrité et de la qualité des denrées alimentaires d'origine animale. Les produits laitiers et plus particulièrement le beurre sont donc concernés.

L'inspection de salubrité consiste à retirer du commerce ou de la vente les produits dont la consommation par l'homme pourrait être dangereuse ou dont l'aspect est répugnant.

L'inspection qualitative consiste à classer selon des normes établies les différents beurres. On le fait sur le marché intérieur dans le but de garantir au consommateur français une qualité constante. L'inspection en vue de l'exportation a pour but de faire respecter les contrats signés entre la France et les pays importateurs. Les subventions accordées le sont en fonction de la qualité du produit.

B. — PRODUCTION DU BEURRE

1° Définition

Le beurre est défini comme suit par la législation française : « la dénomination "beurre" avec ou sans qualificatif, est réservée au produit exclusivement obtenu par barattage, soit de la crème, soit du lait ou de ses sous-produits et suffisamment débarrassé de lait et d'eau par malaxage et lavage pour ne plus renfermer, par 100 grammes, que 18 grammes au maximum de matières non grasses, dont 16 grammes au maximum d'eau ».

(Décret du 25 mars 1924 modifié par le décret du 7 octobre 1927.)

La composition moyenne de 1 kg de beurre est la suivante :

— matière grasse	820 à 845 g
— extrait sec non gras (caséine, lactose, sels minéraux)	5 à 20 g
— eau	150 à 160 g

2° Historique

La fabrication du beurre remonte à la plus haute antiquité. Toutefois, il est permis de penser, avec Lindet, que la médiocrité du produit fabriqué à l'époque et son altération certainement très rapide devaient le faire considérer plutôt comme un succédané de l'huile, récoltée et consommée alors en grande quantité. Jusqu'à la fin du XIX^e^ siècle, la fabrication du beurre s'effectuait exclusivement à la ferme. La mise au point de l'écrémage centrifuge, vers 1880, ainsi que les travaux de

microbiologie de l'Ecole pasteurienne, l'en firent sortir et une industrie beurrière, de plus en plus importante, se développa à partir de cette époque. Dans certaines régions, le mouvement coopératif contribua à accélérer l'évolution. C'est ainsi qu'à la veille de la guerre de 1914, l'Association centrale des laiteries coopératives des Charentes et du Poitou groupait déjà 130 usines. Toutefois, l'industrialisation de la beurrerie en France ne s'est pas réalisée aussi rapidement que dans la plupart des pays étrangers laitiers.

Année	1937	1960	1965	1969	1972
Pourcentage de beurre fabriqué en usine ..	45	65,6	86,8	92	95

La substitution du beurre fabriqué en usine, au beurre fermier, présente un intérêt réel.

En effet, bien qu'il existe d'excellents beurres fermiers, leur qualité moyenne laisse néanmoins souvent à désirer. Cela est dû à l'insuffisance d'équipement des fermes, à la pollution fréquente de l'eau de lavage, au manque de soins lors de la fabrication.

Au contraire, à l'usine, il est plus facile de réunir les meilleures conditions de travail. La fabrication peut être dirigée scientifiquement par un technicien qui est en mesure de contrôler rigoureusement la marche des phénomènes. La qualité moyenne du beurre obtenu est nettement supérieure et surtout, sa régularité est appréciée par les consommateurs qui n'hésitent pas à payer ce produit sensiblement plus cher que le beurre fermier.

3° Aspects de la production beurrière actuelle

a) *Zones de production*

La fabrication de beurre pasteurisé est réalisée surtout dans quatre régions de l'Ouest : Basse-Normandie, Bretagne, Poitou-Charentes, Pays de la Loire qui totalisent

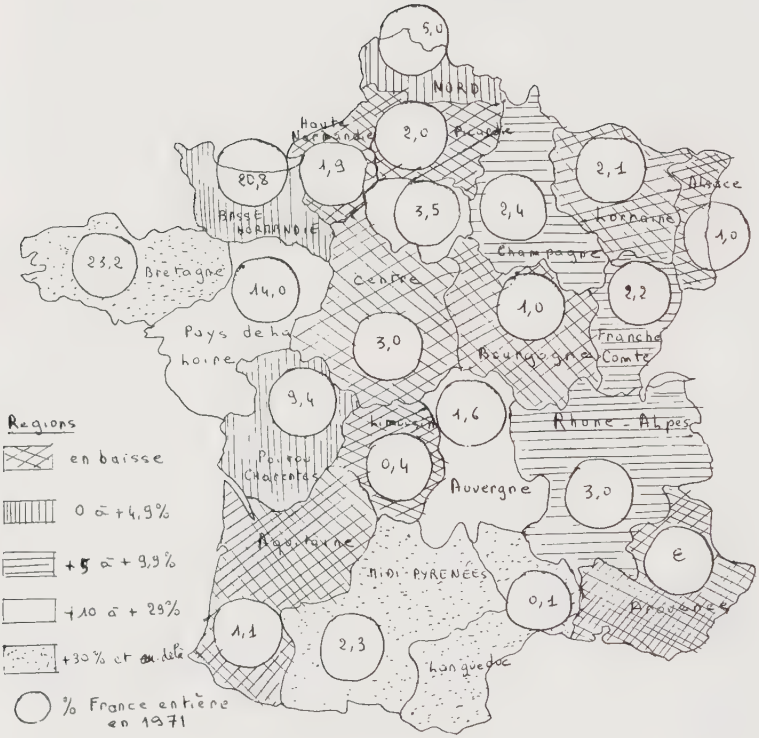
71 % de la fabrication nationale de beurre pasteurisé. La fabrication bretonne de beurre pasteurisé a augmenté de 13,4 % depuis 1966 alors que toutes les régions (ou presque) subissaient une très forte diminution.

La fabrication de beurre non pasteurisé est réalisée principalement par des petites fruitières de Franche-Comté (21,6 %) et Rhône-Alpes (16,4 %).

Les régions Bretagne et Pays de la Loire réalisent 73 % de la fabrication nationale de beurre fermier malaxé.

La fabrication de beurre pasteurisé est essentiellement réalisée par des unités dont la fabrication totale de beurre est supérieure à 1 000 tonnes par an. En effet, 101 unités réalisent 82 % de la fabrication de beurre pasteurisé. Par contre, la fabrication de beurre non pasteurisé et fermier malaxé est réalisée à raison de 80 % par 1 445 unités dont la fabrication totale de beurre est inférieure à 250 tonnes.

L'évolution des quantités de beurre fabriquées entre 1966 et 1972 s'est faite comme suit dans les différentes régions :



b) *Caractère cyclique de la production*

Le beurre est fabriqué par des usines spécialisées mais très souvent sa production provient des excédents laitiers qui ne sont pas absorbés par la fabrication d'autres produits (fromages, lait pasteurisé, etc.).

Au cours de l'année, les excédents de lait produits au printemps, époque particulièrement favorable à cette production, sont en général transformés en poudre de lait écrémé et en beurre qui sont les seuls produits laitiers facilement stockables. Par contre, en hiver, la production est faible, il est nécessaire de remettre sur le marché la marchandise stockée. Le marché Français absorbe environ 70 000 tonnes de beurre de stockage en hiver en complément de la production de beurre frais.

Ce cycle annuel est complété par un cycle suivant les années : quand la production laitière est élevée (ce

peut être dû à des facteurs économiques ou climatiques les industriels laitiers transforment la plupart des surplus en beurre. Cela se remarque facilement en consultant le tableau ci-après :

Années	1968	1969	1970	1971	1972	% augmentation 1971-1972
Production de beurre pasteurisé (en tonnes)	452 198	434 312	414 699	413 281	480 179	16
Production de lait cru (en litres)	18 810[8]	18 310[8]	18 010[8]	18 510[8]	20 310[8]	9

Le rôle régulateur joué par le beurre à l'intérieur du marché des produits laitiers nous montre à quel point il est important de savoir le stocker et l'inspecter à sa sortie des entrepôts frigorifiques.

c) *Situation en* 1972

Production du lait.

L'augmentation entre 1971 et 1972 est de près de 10 %, ce qui constitue la plus forte croissance depuis 1968. Un mouvement d'une telle ampleur ne peut résulter que de la conjonction de plusieurs facteurs parmi lesquels :

Années	Collecte (millions hl)	% variation
1967	174,8	
1968	189,9	+ 8,6
1969	182,9	— 3,7
1970	180,4	— 0,8
1971	185,4	— 2,7
1972	203,0	+ 10,0

— les conditions atmosphériques,

— l'accroissement de la productivité,

— une diminution de l'abattage des vaches sont les plus notables.

Les conditions atmosphériques ont en effet été favorables dans l'ensemble, notamment dans le Sud-Ouest où la sécheresse avait freiné la production en 1971.

Il est normal que, compte tenu du rendement moyen par vache encore faible en 1971 (environ 3 200 litres), des progrès aient été faits en 1972.

La subite progression de collecte en 1972 pourrait aussi trouver une explication dans la diminution du nombre de vaches abattues : 2 325 600 têtes en 1972, 2 738 000 en 1971 et 2 706 000 en 1970. Une diminution de 400 000 têtes sur un an est sans aucun doute très significative.

Il est donc très vraisemblable que le prix du lait ait incité les éleveurs à ne pas réformer immédiatement leurs vaches laitières ce qui a contribué d'autant à l'accroissement de la collecte.

Dans les autres pays de la C.E.E., la collecte a également augmenté bien que dans des proportions moindres. C'est ainsi qu'aux Pays-Bas on note un accroissement de 7 %, le nombre de vaches en lactation au 1er septembre ayant augmenté d'une année sur l'autre de 5 %.

En Allemagne Fédérale, où on constate comme en France une diminution du cheptel laitier de l'ordre de 3 %, la collecte, qui avait été en baisse au début de l'année, a globalement augmenté de 2,5 %.

Production du beurre

L'augmentation de la production du beurre étant associée à une baisse des possibilités d'écoulement tant sur les marchés intérieurs qu'extérieurs, il en est résulté que les surplus se sont accumulés dans les entrepôts des sociétés d'intervention. En 1972, 104 600 tonnes ont été achetées par Interlait, contre 44 300 en 1971, 76 000 en 1970, 77 000 en 1969 et 134 000 en 1968. Au début de 1973, le rythme des achats s'est précipité et a dépassé 3 000 tonnes/semaine.

Dans la Communauté Européenne (à six) les achats des organismes d'intervention se sont élevés à 297 400 tonnes. Les stocks privés et publics ont évolué comme le montre le tableau ci-après :

C.E.E. Evolution des stocks de beurre en 1972

	Stock public + stock privé	
Stock au 1er janvier 1972	105	710
Entrées en stock public	+ 297	442
Entrées en stock privé	+ 131	226
Sorties de stock public sur le marché intérieur	— 52	764
Sorties de stock public à l'exportation	— 23	605
Sorties de stock privé	— 154	541
Stock au 31 décembre 1972 ..	303	468
	(en tonnes)	

Cette situation est due en partie au fait que les sorties de beurre de la C.E.E ont diminué d'une année sur l'autre de près de 100 000 tonnes en 10 mois. Les prix encore élevés au début de l'année 1972 (1 300 dollars/tonne) sont actuellement tombés à environ 700 dollars. Dans cette conjoncture de baisse de prix, les rares pays importateurs ne manifestent guère d'empressement à conclure des contrats importants, l'accumulation des stocks communautaires leur laissant espérer des possibilités, d'achat avantageuses. Une plus grande production dans l'hémisphère austral et dans les pays scandinaves a contribué en même temps à encombrer un marché déjà très étroit.

Bien que parfois très coûteuses, puisque dans le cas du ghee (graisse de beurre comportant parfois des graisses animales) on arrive à une valorisation négative du lait en tenant compte des frais de fabrication et de stockage, ces opérations ont permis une rotation des stocks. Il est non moins vrai que pour les opérations « beurre d'intervention » ou « beurre pâtissier » il se produit une certaine substitution au beurre frais ou à la poudre de lait entier.

L'accumulation des stocks de beurre s'est donc faite avec une rapidité comparable à celle de l'année 1968. Les achats de janvier 1973, l'évolution de la consommation et l'étroitesse des marchés extérieurs ne peuvent que laisser inquiet sur les possibilités d'un assainissement rapide du marché.

Sur le plan français, les exportations de beurre (29 800 tonnes en 1972) sont en très nette régression sur celles de l'année précédente (71 400 tonnes).

La formation de stocks supplémentaires s'élève donc à près de 200 000 tonnes pour les Six Pays originaires de la C.E.E.

Pour tenter d'écouler ou au moins de faire tourner ces stocks, la Commission des Communautés Européennes a recouru à des ventes à prix réduit dont le bilan est repris dans le tableau ci-après :

C.E.E. VENTES DE BEURRE DE STOCK PUBLIC
EN 1972

(en tonnes)

Mesures	Prix F/kg	Ventes dans C.E.E. dont	Ventes en France dont
Beurre d'intervention ..	9,86	17 026	3 545
Beurre fondu pour la cuisine	4,22	729	—
Armées	1,95	1 861	594
Collectivités	1,95	1 220	48
Pâtissiers, biscuitiers et glaciers	3,05	31 389	10 122
Aide alimentaire P.A.M.		12 268	610
Mélange de graisses ..	0,55 - 1,37	7 335	100
Total		75 328	14 919

Tableau page suivante →

Etat des stocks communautaires au 1er mars 1973 :

L'Etat des stocks de beurre des « Neuf » s'établit comme suit : (renseignements statistiques fournis par les services de la Communauté Européenne).

	Stocks publics		Stocks privés		Total	
	14/2	1/3	14/2	1/3	14/2	1/3
Belgique	17	18,6	7	3	24	21,6
Allemagne	113	113	6	2,2	119	115,2
France	95	112	36	16,3	131	128,3
Luxembourg	—	1.4	1	2,6	1	4
Pays-Bas	27	21,3	6	2,5	33	23,8
Danemark	—	1,7	4	1,9	4	3,6
Grande-Bretagne	—	2,5	70	105	78	107,5
Irlande	—	—	12	6,6	12	6,6
C.E.E.	252	270,5	142	140,3	403	410,8

d) *Le commerce du beurre*

En 1972, les exportations de la France représentent en volume la moitié de ce qu'elles étaient en 1971 et seulement le quart de 1970 (année record).

Le commerce du beurre en France ces dernières années, est réparti comme suit :

Importations	1968	1969	1970	1971	1972
Belgique	99	314	295	1 226	794
Australie	992	747	627	748	571
Tchécoslovaquie	207	280	295	—	—
Danemark	—	—	—	156	11
Finlande	—	122	235	130	63
Allemagne de l'Est	420	—	333	1 174	311
Pays-Bas	123	374	1 026	12 320	6 941
Suède	231	198	159	51	184
Autres pays	105	240	279	339	73
Total	2 177	2 275	3 249	15 844	8 948
Exportations					
Algérie	816	26	985	39	—
Argentine	989	—	3 676	49	—
Belgique	1 579	3 818	12 667	5 984	7 195

Cameroun	79	218	241	253	215
Chili	—	154	2 252	2 093	15
Cuba	—	—	3 978	1 968	—
Allemagne de l'Est	7 625	7 451	6 941	5 806	1 975
Guadeloupe	280	275	294	348	342
Hongrie	1 304	1 284	492	1 882	20
Italie	22 549	16 482	26 096	11 147	7 577
Côte-d'Ivoire	965	1 658	2 216	1 625	772
Libye	474	510	1 573	2 604	407
République Malgache	397	635	781	629	415
Martinique	313	193	375	359	401
Maroc	2 905	7 441	9 339	4 667	629
Pays-Bas	—	42	11 282	1 625	215
Pérou	1 974	758	625	3	1
Réunion	387	367	432	513	458
Sénégal	251	646	745	527	448
Afrique du Nord	46	47	76	380	56
Syrie	—	1 049	1 705	—	60
Tunisie	1 043	829	1 594	1 968	—
Royaume-Uni	13 037	2 476	4 055	6 142	313
Yougoslavie	—	—	—	2 313	
Autres pays	5 190	2 918	3 841	5 507	4 616
Total	62 203	49 277	96 261	58 431	26 128

e) *Evolution en* 1973

Une reprise en 1973 serait conditionnée par l'évolution des collectes laitières chez les Six, par l'ouverture du marché anglais et par les mesures qui seraient éventuellement prises pour faciliter les exportations vers les pays tiers. Des exportations limitées à 10 000 ou 20 000 tonnes supplémentaires, représenteraient une utilisation de 2,2 à 4,4, millions d'hectolitres de lait.

C. — TECHNIQUES DE FABRICATION ET DE CONSERVATION DES BEURRES

I. — Fabrication

1° *Le beurre fermier*

Il ne représente plus actuellement qu'une très faible proportion de la production nationale.

L'emploi à la ferme de l'écrémeuse centrifuge s'est substitué à l'écrémage spontané pour la première fois à la fin du siècle dernier. La crème fraîche obtenue par le nouveau procédé se barattait difficilement et donnait naissance à un beurre sans arôme. Au contraire en laissant la crème crue s'acidifier spontanément, pendant quelques heures, avant de la baratter, le beurre se formait sans difficultés et présentait les qualités organoleptiques désirables. Dès cette époque, se trouvaient ainsi liées, les notions d'activité microbienne et d'arôme.

La crème est battue, pour en extraire le beurre, dans des appareils (barattes). A l'origine, la baratte n'était qu'une espèce de baquet de bois, un peu moins large que profond dans lequel la crème était battue au moyen d'une palette. Puis on a eu recours à la baratte ordinaire, qui consiste en un tonnelet dans lequel se meut de haut en bas et de bas en haut un disque percé de trous, fixé à l'extréminé d'un manche de bois.

Enfin sont apparus des appareils plus perfectionnés que l'on peut classer en deux catégories : les barattes à récipient fixe et à agitateur mobile à l'intérieur pour

battre la crème (baratte normande, baratte danoise, etc.) ; les barattes à récipient mobile ou barattes rotatives.

Le beurre est ensuite lavé par addition d'eau dans le même appareil. Le produit obtenu a des qualités organoleptiques irrégulières, sa conservation est limitée (de l'ordre d'une semaine environ). A la coupe, on note des gouttelettes d'eau ou de babeurre résultant du fait que le lavage et le malaxage sont souvent insuffisants.

2° Le beurre pasteurisé

a) *L'écrémage du lait*

Le lait représente une émulsion de matière grasse dans un milieu de dispersion aqueux. Le volume moyen des globules gras est de 9 microns cubes environs, ce qui correspond à un diamètre moyen de 2,6 microns environ. On trouve en fait des globules gras dont le diamètre peut aller de 0,1 à 20 microns.

Leur répartition en fonction du diamètre n'est pas symétrique par rapport à la moyenne. La forme ronde des globules gras est due aux forces de cohésion de la matière grasse liquide.

Le globule gras n'a pas une structure homogène. En allant du centre à la périphérie, on trouve successivement une zone formée de glycérides à bas point de fusion puis une zone riche en glycérides à haut point de fusion et plus ou moins cristallisés, enfin une zone corticale souvent appelée « membrane » mais dont l'existence sous forme de membrane stable et individualisée semble aujourd'hui remise en cause.

Les globules gras portent une charge électrique qui est la résultante des charges des différentes molécules polaires qui sont associées pour former le film membranaire. Ils sont en partie responsables des variations de constitution de la membrane en fonction du pH de la phase continue, et en particulier des variations de teneur en métaux comme le cuivre et le fer.

L'écrémage spontané : Lorsque le lait est laissé au repos, les globules gras ont tendance à remonter vers la couche supérieure du liquide et à s'accumuler pour former la crème (phénomène de crémage).

On peut définir un degré d'écrémage D tel que :

$$D = 100 \times \frac{\text{taux MG de la crème}}{\text{taux MG du lait avant stockage}}$$

D peut atteindre une valeur de 80 en 12 heures dans certaines conditions.

La loi de Stokes, qui détermine la vitesse de déplacement d'une particule sphérique dans un milieu de densité différente, s'applique à l'écrémage spontané ; elle s'exprime par la formule :

$$v = 218 \frac{dp - dv}{e} R\,2$$ dans laquelle

v est la vitesse en cm/s.

dp la masse volumique du plasma.

dv la masse volumique du globule gras.

e la viscosité du plasma, en centipoises.

R le rayon du globule gras exprimé en centimètres.

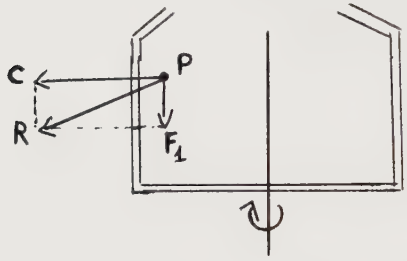
Les globules gras s'agglutinent entre eux et forment des grappes qui remontent beaucoup plus vite.

L'agglutination des globules gras, n'a pas une origine électrostatique. Une baisse du pH du lait tend plutôt à freiner l'écrémage ; certains électrolytes peuvent jouer un rôle, dans des sens différents : le chlorure de sodium ralentit l'écrémage tandis que l'oxalate de calcium l'accélère.

La cause essentielle de l'agglutination réside dans une fixation lâche des globules gras entre eux dans une sorte de gel constitué par certaines substances protéiques de la membrane, gel qui peut être renforcé expérimentalement par d'autres substances protéiques, comme

la gélatine. Les substances du lait responsables sont connues sous le nom d'agglutinines ou d'euglobulines.

L'écrémage centrifuge : dans un récipient tournant très rapidement autour de son axe vertical, les globules gras sont soumis à la fois à l'action de la pesanteur F 1 et à l'action de la force centrifuge C.



$$\text{Or, } C = \frac{V\,(P - p)u^2}{g\,r}$$

Dans un bol en rotation, la particule P est soumise à la fois à l'action de la pesanteur F 1 et à l'action de la force centrifuge C. Le sens de déplacement de la particule est celui de la résultante R de ces deux forces, u est la vitesse linéaire de déplacement de la particule et r la distance de celle-ci à l'axe de rotation. F 1 est toujours très inférieur à C et pratiquement on peut admettre que les particules sont soumises, dans le récipient rotatif, à une force égale à C qui leur imprime un mouvement de déplacement au sein du liquide.

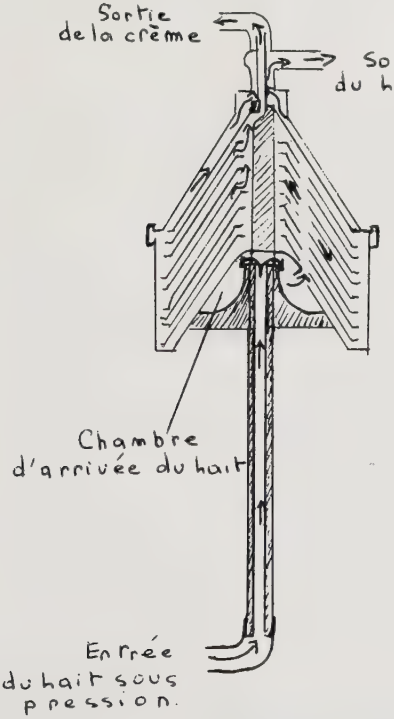
L'effet de la centrifugation croît beaucoup plus vite avec la vitesse de rotation du récipient qu'avec son rayon. Il est donc avantageux d'utiliser des petits bols tournant à très grande vitesse. D'autre part, ces petits bols ont un moment d'inertie plus faible que celui des bols à grand rayon. Ils exigent donc moins de puissance au démarrage et peuvent atteindre plus rapidement leur vitesse de régime.

L'accroissement de la vitesse de séparation de la matière grasse par l'emploi de la force centrifuge, ne serait pas suffisant, dans la pratique industrielle, si un dispositif particulier ne venait compléter l'action de la force centrifuge. En effet, dans les écrémeuses, le récipient rotatif ou « bol » est toujours cloisonné par un

certain nombre de disques tronconiques appelés « assiettes » constituant le dispositif de polarisation.

Ces disques réduisent le trajet que chaque globule gras doit parcourir dans le bol pour trouver une surface d'appui. On diminue ainsi la résistance qui s'oppose au cheminement des globules. En même temps on évite les mouvements tourbillonnaires qui risquent de remélanger, à chaque instant, la crème et le lait écrémé. Dans un bol non cloisonné, ces mouvements sont provoqués par la rencontre brutale du lait qui arrive et du liquide déjà animé d'un mouvement de rotation très rapide. Au contraire, dans un bol cloisonné, le lait rencontre d'abord les assiettes inférieures qui l'entraînent progressivement par frottement sans qu'il y ait perturbation dans les portions de liquide déjà soumis à la séparation.

Le dispositif de polarisation augmente considérablement le pouvoir séparateur de l'écrémeuse.



Circuits du lait, de la crème et du lait écrémé dans une écrémeuse hermétique alimentée par en bas.

La force centrifuge atteint plusieurs centaines de fois la force de gravité.

b) *Désacidification des crèmes fermières*

La crème fermière est souvent trop acide et elle coagule dans le pasteurisateur en provoquant du gratinage, générateur du goût de cuit.

En outre, la caséine précipitée englobe des particules de matière grasse ainsi que des germes microbiens. Il en résulte d'une part, des pertes élevées de matière grasse dans le babeurre, au cours du barattage, d'autre part, une diminution de l'efficacité bactéricide du chauffage, en raison de l'effet protecteur des amas de caséine sur les germes qu'ils contiennent. Enfin, l'acidité entrave le développement des ferments lactiques sélectionnés, ajoutés après la pasteurisation, et favorise l'apparition de certaines altérations dans le beurre, en particulier le goût de poisson. Pour éviter tous ces inconvénients, les crèmes fermières doivent être désacidifiées de manière que l'acidité dans la phase non grasse ne dépasse pas 18 à 20° D.

On distingue deux techniques de désacidification :

— le lavage des crèmes, qui élimine les substances acides,

— l'addition de produits basiques qui les neutralisent ; c'est actuellement le seul utilisé.

Neutralisants utilisés et leur action sur la crème

Les neutralisants utilisés sont : la chaux vive (CaO) ou éteinte (Ca (OH) 2), la magnésie calcinée (MgO) ou hydratée (Mg (OH) 2), la soude caustique (NaOH), le carbonate de soude (CO3Na2), le bicarbonate de soude (CO3HNa). Ces produits sont utilisés seuls ou, pour certains d'entre eux, en mélange.

Quel que soit le neutralisant, il doit répondre à certaines conditions :

— être très pur pour présenter un pouvoir désacidifiant maximum ;
— être finement pulvérisé afin de bien se dissoudre ;
— être conditionné de manière à assurer sa stabilité au contact de l'air et de l'humidité.

Les doses théoriques de produit nécessaires pour neutraliser 1 molécule gramme d'acide lactique (90 g) sont groupées dans le tableau suivant :

MgO	20 g
CaO	28 g
Mg (OH) 2	29 g
Ca (OH) 2	37 g
NaOH	40 g
CO3Na2	53 g
CO3HNa	84 g

Lorsqu'on neutralise une crème avec de la chaux ou de la magnésie, une fraction des quantités d'oxyde alcalino-terreux ajoutées ne se combine pas à l'acide lactique mais se fixe sur la caséine. Pour une acidité de la phase non grasse de la crème voisine de 90 à 100° D, la quantité de chaux ou de magnésie fixée sur la caséine est d'environ 20 % de la dose du neutralisant déterminée par le calcul pour réduire l'acidité de la phase non grasse à 18 ou 20° D.

La vitesse de désacidificaton varie avec les neutralisants employés. Ainsi, avec la soude, l'acidité recherchée est obtenue presque instantanément alors qu'avec la chaux, il faut attendre 15 à 20 minutes et avec la magnésie environ 45 minutes. Dans les deux derniers cas, on observe néanmoins une chute importante de l'acidité pendant les 5 minutes qui suivent l'apport de neutralisant.

Lorsqu'elle est lente, la désacidification est contrariée par une réacidification due à certains ferments lactiques croissant activement à la température de l'opération. Cette réacidification peut atteindre 10 à 15° D en une heure.

Technique de la désacidification : on détermine d'abord la quantité de crème à traiter puis son acidité et sa teneur en matière grasse afin de déterminer l'acidité à réduire.

Le neutralisant est introduit dans la crème après avoir été dilué dans dix fois son poids d'eau tiède

(35 °C). Il faut que la crème soit également réchauffée à 30-35 °C pour que sa fluidité permette un mélange rapide et intime du neutralisant.

L'opération doit être conduite très rapidement ; l'expérience prouve que le maintien des crèmes crues, altérées, à la température de 30-35 °C, pendant un temps assez long en présence de neutralisant, provoque toujours l'apparition dans le beurre, de saveurs désagréables. Le matériel de désacidification doit donc être étudié en conséquence.

c) *Normalisation des crèmes fermières*

L'usine est généralement contrainte de procéder à une normalisation du mélange des crèmes collectées, afin de ramener la teneur en matière grasse à une valeur (35 à 40 %) compatible avec la conduite correcte du barattage.

La normalisation est réalisée à l'eau ou mieux au lait écrémé frais qui apporte du lactose, nécessaire à la maturation ultérieure. D'autre part, le lait écrémé améliore sensiblement les qualités organoleptiques de la crème.

d) *Pasteurisation des crèmes*

Le premier objectif reste la destruction des germes pathogènes et plus spécialement du bacille tuberculeux, le plus thermorésistant d'entre eux. Il est prouvé aujourd'hui que le beurre de crème crue peut constituer un facteur de propagation des maladies infectieuses.

Le second objectif réside dans l'élimination aussi complète que possible, de la flore initiale de la crème. A côté des ferments lactiques vrais, celle-ci renferme toujours de très nombreux germes indésirables (levures, moisissures, bactéries) en raison des multiples contaminations dont elle est le siège au cours des manipulations à la ferme ou à l'usine.

Conditions de pasteurisation : nous n'insisterons pas sur l'homogénéité du chauffage qui est la première condition d'une pasteurisation efficace.

En ce qui concerne la température de chauffage, il faut faire intervenir les notions suivantes :

a) la thermorésistance des germes est légèrement accrue dans la crème ;

b) certaines lipases microbiennes ont des températures létales très élevées, voisines de 85 °C.

c) le chauffage à haute température permet la formation, dans la crème, de substances anti-oxydantes mises en évidence par le Suisse RITTER et capables de combattre dans le beurre le suiffage et le goût de poisson ;

d) le goût de cuit n'apparaît pas aussi rapidement dans la crème que dans le lait chauffé.

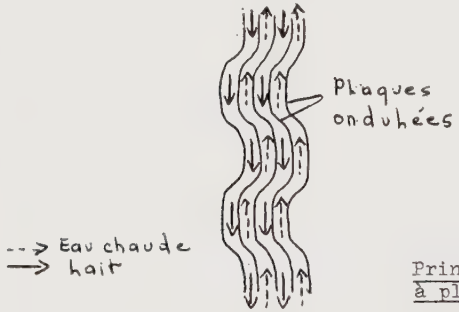
L'expérience prouve qu'une température de pasteurisation voisine de 92-95 °C maintenue pendant 30 secondes, assure une destruction satisfaisante des germes et des diastases tout en préservant les qualités organoleptiques de la crème. Ajoutons que le chauffage à l'abri de l'air s'impose non seulement pour conserver le maximum de vitamines mais aussi pour éviter l'oxydation de la matière grasse qui est à l'origine de graves défauts du beurre.

L'utilisation des pasteurisateurs à plaques se généralise (80 % environ). Ils comportent principalement une série de plaques ondulées ou nervurées, en nombre variable, rectangulaires ou parfois circulaires, en position verticale, plus rarement horizontale, serrées les unes contre les autres généralement par l'intermédiaire de joints de caoutchouc, sur un bâti dont le pied constitue parfois une réserve d'eau chaude. L'espace qui sépare deux plaques consécutives (3 à 4 mm) est parcouru par le lait alors que l'élément chauffant (eau ou vapeur à basse pression) circule à contre-courant, dans les espaces qui précèdent et qui suivent immédiatement.

L'intervalle qui sépare les deux dernières plaques de la série est souvent élargi afin de ralentir la vitesse de circulation du lait et de permettre ainsi le maintien de

ce dernier, pendant quelques instants, à la température de pasteurisation. C'est le dispositif de chambrage.

Les appareils à plaques sont aujourd'hui largement utilisés en France et à l'étranger. Ils figurent parmi les pasteurisateurs les plus parfaits. Excellents échangeurs, leur effet bactéricide est très satisfaisant et la crème n'est pas sensiblement modifiée. Le nettoyage peut être réalisé aisément en circuit fermé, et le démontage n'offre pas non plus de difficultés.



Principe d'un pasteurisateur à plaques.

e) *Réfrigération et désodorisation de la crème pasteurisée.*

La réfrigération doit être :

a) rapide pour ne pas favoriser, dans le beurre, l'apparition de défauts organoleptiques tels que le goût de cuit et la saveur huileuse ;

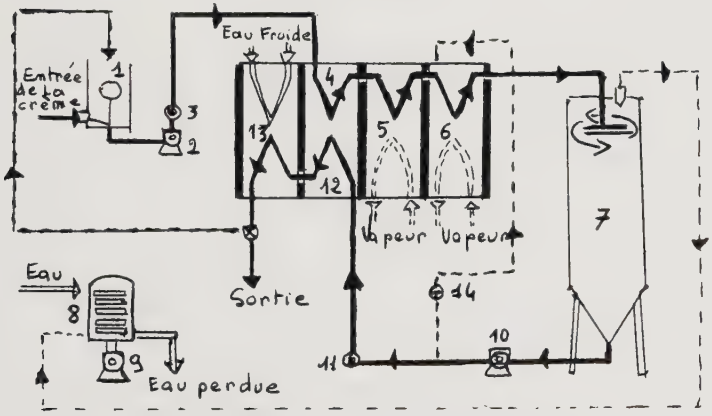
b) réalisée dans des conditions telles que la crème soit à l'abri des contaminations microbiennes et des oxydations.

La température à atteindre dépend de divers facteurs parmi lesquels la technique de maturation et la composition chimique des lipides de la crème, fonction de l'époque et de l'année. Nous reviendrons sur ces notions en étudiant le problème de maturation.

La réfrigération à l'abri de l'air, dans des appareils fermés, semble donc s'imposer puisque les risques d'oxy-

dation et de contamination par l'atmosphère sont écartés. Pourtant, le refroidissement à l'air libre, sur des appareils à ruissellement, est parfois préférable. C'est le cas lorsque l'usine traite des crèmes fermières, toujours profondément altérées donc riches en produits sapides volatils formés au cours des diverses fermentations subies par les crèmes, pendant leur conservation à la ferme. C'est le cas également lorsque le lait, à une époque déterminée de l'année, présente des saveurs anormales dues à la consommation, par le cheptel, de choux, de navets, de pulpes, d'ail, etc.

A l'heure actuelle, la moitié des pasteurisateurs sont munis d'un dégazeur. Le dégazage de la crème consiste à placer la crème (chaude de préférence) sous un vide partiel, pour entraîner avec la phase aqueuse qui s'évapore certaines substances à goût fort ou désagréable qui pourraient passer dans le beurre.



DEGAZEUR TYPE ALFA-LAVAL

1. Niveau à flotteur
2. Pompe centrifuge
3. Régulateur de débit
4. Régénérateur
5. Chauffage section 1
6. Chauffage section 2
7. Chambre de détente
8. Condensateur
9. Pompe à vide
10. Pompe centrifuge
11. Régulateur de débit
12. Régénérateur
13. Réfrigérant
14. Soupape

Le dégazage peut aussi être réalisé par introduction directe de vapeur et détente sous vide, la vapeur étant introduite en parallèle ou à contre-courant. Dans ces systèmes, l'évaporation de la crème se trouve compensée par l'apport direct de vapeur qui, pour le chauffage et la distillation, peut varier de 4 à 20 % du volume de la crème.

f) *Ensemencement de la crème et conduite de la maturation*

La maturation doit se traduire par une acidification et une aromatisation convenables de la crème dont la structure physique doit en outre permettre, en fin d'opération, un barattage satisfaisant. Il faut en conséquence :

a) placer la crème dans des conditions favorables au développement des ferments lactiques apportés par les levains. Ce développement doit être subordonné à l'obtention d'une acidification et d'une aromatisation optimales ;

b) provoquer la cristallisation de la matière grasse par refroidissement. En effet, après pasteurisation et passage sur le réfrigérant, celle-ci se trouve encore en surfusion et sa cristallisation s'impose pour éviter des pertes importantes dans le babeurre, lors du barattage.

Pour atteindre le degré d'acidité choisi (30 à 40 ° D) on fait intervenir trois facteurs : la dose de levain, la température et la durée.

En général, la crème est ensemencée avec 3 à 5 % de levain titrant 85-90° D. Celui-ci est d'abord homogénéisé par agitation avant d'être versé dans la crème où un brassage énergique doit permettre une intime répartition.

C'est la température qui conditionne la durée de la maturation. Le plus souvent, on opère au voisinage de 14-16 °C, température favorable à une excellente aromatisation de la crème, la maturation se prolonge alors pendant environ une quinzaine d'heures.

Mais la température conditionne également la cristallisation de la matière grasse et il faut, dans certains cas,

modifier les normes précédentes en fonction de la composition glycéridique particulière de la crème qui dépend elle-même de la région et de la saison.

Par exemple, en Normandie, la matière grasse du lait est riche en glycérides à bas point de fusion, spécialement pendant la belle saison, alors que les animaux sont constamment à l'herbe. Parmi ces glycérides, figure surtout de la trioléine ne cristallisant qu'à une température voisine de 0 °C. Le beurre fabriqué avec une telle matière première a tendance à être très mou. Aussi doit-on s'efforcer de le raffermir en provoquant la cristallisation des glycérides à point de fusion plus élevé (palmitine, myristine, stéarine) sous la forme de très gros cristaux conférant au beurre de la fermeté.

Or, la grosseur des cristaux est fonction de la vitesse et de l'intensité du refroidissement. Si celui-ci est rapide et suffisamment poussé, il se forme presque instantanément, dans la matière grasse, de très nombreux points de cristallisation aboutissant rapidement à la formation d'une multitude de cristaux très fins. Au contraire, lorsque le refroidissement est lent, la cristallisation s'amorce par l'apparition de quelques centres de cristallisation, se nourrissant progressivement pour former finalement un nombre réduit de très gros cristaux.

Donc, pour obtenir un beurre ferme, avec une crème riche en trioléine, nous ne la refroidirons pas énergiquement, après pasteurisation, mais nous nous contenterons de la maintenir à 11-12 °C pendant la durée de la maturation qui ne sera guère prolongée au-delà de 15 heures si nous avons pris soin d'ensemencer la crème avec 7 à 8 % de levain.

L'arôme du beurre : ce sont les Hollandais Boekhout et de Vries, les Danois Orla-Jensen et Storch, les Américains Hammer et Bailey qui montrèrent presque simultanément, de 1917 à 1919, que l'arôme est lié à l'activité, dans la crème, de ferments lactiques particuliers appelés aujourd'hui ferments d'arôme. Ces germes, longuement étudiés ces 50 dernières années par de nombreux cher-

cheurs dont Van Beynum, Virtanen, Davis, etc. sont des ferments lactiques vrais appartenant au groupe des Betacocci. Cultivés dans la crème fraîche, ils ne forment qu'un peu d'acide lactique mais, par contre, dans de la crème acide, ils élaborent une série de substances parmi lesquelles l'acétylméthylcarbinol ou acétoïne (CH3-CHOH-CO-CH3). Ce composé inodore et sans saveur peut se transformer par oxydation en diacétyle (CH3-CO-CO-CH3) que Schamlfuss et Barthemeyer, Van Niel Kluyver et Derx ont mis en évidence dans le beurre, il y a près de 30 ans, en le considérant comme le responsable essentiel de l'arôme. On sait aujourd'hui que tous les bons beurres contiennent une dose de diacétyle variant généralement de 0,5 mg à 1,5 mg par kg. On n'ignore plus également qu'une addition de diacétyle à des beurres sans arôme leur communique les caractères organoleptiques des beurres aromatiques.

Les bactéries lactiques capables d'élaborer des quantités relativement importantes d'acétylméthylcarbinol et de diacétyle sont essentiellement Betacoccus citrovorus et Betacoccus paracitrovorus. Pour les faire produire des substances aromatiques, il faut nécessairement les cultiver en milieu acide. C'est pourquoi les Betacocci doivent se développer dans la crème en association avec des ferments lactiques très acidifiants, tels que Streptococcus lactis ou Streptococcus cremoris. D'ailleurs, on a montré plus récemment que certaines souches de ces deux espèces de germes étaient capables de former à la fois des quantités appréciables d'acide lactique et d'acétoïne.

La production de diacétyle et d'acétoïne par les ferments d'arôme est un phénomène fugace. Rapidement, parfois en moins de 24 heures, on assiste à une disparition de ces deux produits, dans les cultures de lait, par réduction en 2-3 butylène-glycol sans saveur ni odeur. Enfin, on a mis en évidence le rôle joué par l'acide citrique de la crème, dans les phénomènes précédents. C'est à partir de cet acide que les bactéries d'arôme élaborent l'acétoïne. L'addition d'acide citrique à la crème accentue le développement de l'arôme.

Mais il serait erroné de ramener le problème de l'arôme du beurre uniquement à une question de production microbienne d'acétoïne donc de diacétyle, à partir de l'acide citrique. En fait, ce n'est là qu'un aspect du problème comme le prouve l'existence, dans certaines régions françaises, de véritables « crus » de beurre reflétant la diversité des sols et des climats. Les crus sont définis par un ensemble de caractères physiques et organoleptiques particuliers, immédiatement apparents, conférant aux beurres une réelle originalité. L'arôme d'un beurre normand est très différent de celui d'un beurre charentais.

On pense actuellement que la composition chimique des beurres et plus spécialement de leur matière grasse, joue un rôle prédominant parmi les facteurs qui conditionnent les caractères distinctifs des crus. En effet, non seulement elle détermine la consistance du produit comme l'ont montré de nombreux travaux, mais elle intervient aussi pour conférer au beurre sa saveur propre. Cette opinion est appuyée par le fait qu'en barattant des crèmes fraîches pasteurisées, de diverses origines géographiques, ensemencées avec un même levain lactique se substituant aux flores autochtones détruites par la chaleur, on obtient des beurres conservant leur arôme spécifique aisément identifiable par le dégustateur.

Le problème de l'arôme se présente essentiellement sous deux aspects :

— un aspect microbiologique : la production de substances fermentaires dont l'acétoïne et le diacétyle ;

— un aspect chimique : la composition du beurre et plus spécialement de sa matière grasse.

En 1950, Veisseyre et Bejambes ont émis l'hypothèse que la formation de l'arôme des beurres résultait essentiellement de la fixation des produits fermentaires sur le substrat spécifique que constitue la matière grasse.

Dans ces conditions, toute technique de travail telle que la pasteurisation, qui ne modifie pas sensiblement la composition de la matière grasse, doit laisser subsis-

ter dans les beurres de chaque région, les éléments essentiels du cru.

Préparation des levains : C'est une opération délicate et très importante qui consiste à préparer en quantité suffisante, pour peupler rapidement la crème, une culture pure de ferments lactiques comprenant selon des proportions définies, des germes producteurs d'arôme associés à des ferments acidifiants.

Choix des souches de ferments lactiques : Les ferments lactiques convenables sont isolés à partir d'un lait, d'une crème, ou d'un beurre dont l'arôme est particulièrement fin et développé. Ce travail doit être répété car, bien souvent, les souches isolées ne conservent pas l'intégralité des caractères initiaux en raison desquels on les a retenues. Ces souches proviennent de laboratoires spécialisés dans l'isolement, l'entretien et la vente des ferments lactiques. Ces cultures commerciales sont livrées sous forme liquide ou, plus rarement, lyophilisée.

g) *Barattage de la crème*

Le barattage a pour objet de transformer la crème, émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse, en beurre, émulsion d'une solution aqueuse dans la matière grasse. Au cours de l'opération se sépare le babeurre ou lait de beurre.

Les théories les plus diverses ont été émises depuis plus de cinquante ans pour tenter d'expliquer le phénomène. Toutefois, ce sont seulement les acquisitions dans le domaine de la constitution physico-chimique du beurre qui ont permis de se faire une idée assez exacte du mécanisme qui préside à la transformation de la crème.

Théorie du barattage : On admet aujourd'hui que le beurre est constitué par une phase continue de matière grasse dite libre, liquide à la température ambiante car riche en oléine. Dans cette graisse libre sont répartis d'une part, des globules de matière grasse plus ou moins intacts, cristallisables à la température ambiante en raison de leur teneur en glycérides à point de fusion élevé,

d'autre part, des gouttelettes de babeurre plus ou moins diluées par l'eau de lavage du beurre. La graisse libre joue le rôle d'un véritable ciment emprisonnant à la fois des globules gras et des gouttes de babeurre.

Or, nous avons vu précédemment que, dans le lait, la matière grasse se présentait uniquement sous l'aspect de globules gras ayant une structure bien précise : les glycérides à bas point de fusion, donc liquides, sont rassemblés au centre des globules alors que ceux dont le point de fusion est plus élevé, solides à la température ambiante, se trouvent répartis à la périphérie formant ainsi une sorte de carapace emprisonnant la graisse liquide.

Dans ces conditions, le barattage consiste essentiellement à expulser des globules gras la matière grasse liquide en permettant à celle-ci d'assurer la liaison intime entre les globules gras qui subsistent, intacts ou déformés, et les gouttelettes de babeurre. L'opération nécessite deux phases distinctes :

— rapprochement des globules gras afin de permettre leur liaison par la graisse liquide ;

— expulsion de la matière grasse libre et répartition dans son sein, de la graisse globulaire et des gouttes de babeurre émulsionnées.

L'agitation provoque d'abord la formation d'une mousse qui rapproche les globules gras. Elle permet, d'autre part, la libération de la graisse liquide dont une certaine fraction est d'ailleurs expulsée des globules gras dès le refroidissement de la crème. Au moment où la soudure des globules gras par la graisse libre s'accomplit, la mousse tombe brusquement et les grains de beurre apparaissent. Il suffit d'agiter encore quelques instants pour permettre leur réunion en masse, de plus en plus volumineuse et compacte, baignant dans le babeurre.

Conditions du barattage : Elles sont nombreuses et nous ne retiendrons que les principales :

— agitation : l'opération se déroule d'autant plus vite que l'agitation est importante. Celle-ci est fonction de la vitesse de rotation de la baratte (20 à 30 tours par minute selon le volume de l'appareil) et du degré de remplissage, qui ne doit jamais dépasser 50 % ;

— température : une température trop élevée accélère la vitesse du barattage mais risque de provoquer des pertes de matière grasse dans le babeurre. En hiver, on opère généralement à 12-13 °C alors qu'en été, on peut descendre à 8-10 °C étant donné le réchauffement de la crème au cours de l'opération ;

— acidité : l'acidité favorise le barattage en raison des modifications apportées à la structure physico-chimique des protides absorbés à la surface des globules gras.

Dans la fabrication des beurres de crème mûrie, on doit baratter une crème ayant une acidité d'environ 65° D dans la phase non grasse. Ainsi, une crème titrant 40 % de matière grasse sera travaillée à 39° D environ. Il importe de ne pas trop acidifier la crème afin d'éviter des accidents de conservation du beurre. Le barattage de la crème douce, c'est-à-dire non mûrie, est possible à condition d'opérer à très basse température (5 à 7 °C) afin d'éviter des pertes de matière grasse dans le babeurre. D'autre part, la durée de l'opération est légèrement prolongée. Enfin, toutes conditions de travail égales, les crèmes fermières se barattent plus vite que les crèmes laitières.

— Richesse de la crème : une crème trop riche se baratte mal en raison de sa viscosité excessive qui entrave son agitation convenable. Une crème trop pauvre occupe un grand volume qui nuit à l'utilisation économique du matériel. D'autre part, les pertes de matière grasse dans le babeurre risquent d'être plus élevées. En général, on baratte la crème à 35-40 % de matière grasse.

C'est la combinaison harmonieuse des différents facteurs qui doit permettre de réaliser correctement le barattage. Lorsque l'opération est bien conduite, elle dure

de 40 à 45 minutes. Le babeurre séparé ne doit pas contenir plus de 3 à 4 grammes de matière grasse par litre.

Lavage des grains de beurre : L'opération consiste à laver les grains de beurre avec une eau pure peu chargée en métaux et stérile. On procède en général à deux lavages successifs.

Un mauvais lavage est souvent à l'origine du goût acide et par la suite du goût de babeurre et de fromage.

Malaxage du beurre : Cette opération va permettre la soudure des grains de beurre et la pulvérisation de la phase aqueuse, au sein de la matière grasse. Beaucoup plus que le lavage, le malaxage est un élément de conservation du beurre. En effet, les germes ne se développent que dans la phase aqueuse.

Les gouttelettes de babeurre sont très fines et ne peuvent offrir suffisamment d'aliments aux germes pour leur permettre de se développer.

Le malaxage intervient également pour régler l'humidité et sa répartition dans le beurre. Pratiquée à sec, l'opération permet d'abaisser la teneur en eau sans que cette diminution puisse toutefois être très importante.

Par contre, lorsqu'on malaxe dans l'eau, on peut accroître considérablement l'humidité du beurre. C'est ainsi que, dans la pratique courante, on s'efforce d'obtenir d'abord après barattage et lavage, un beurre dont l'humidité est inférieure à 16 %. On incorpore ensuite au produit, par le malaxage, l'humidité maximum fixée par la loi.

Matériel

Le matériel de fabrication du beurre en discontinu se limite en fait à la baratte avec, dans certains cas, un système de malaxage complémentaire (malaxeur à vis, mélangeur, pompe à beurre).

Les barattes actuelles sont toutes en acier inoxydable sablé intérieurement. Elles se limitent surtout à deux types :

— barattes cylindriques, dont la largeur est voisine du diamètre (Alfa-Laval, Ahlborn) ;

— barattes coniques, à cône simple (« top » de Silkeborg) ou à cônes doubles réunis par leurs bases (Kolding). Ces formes nécessitent un local de grande hauteur. Elles ont l'avantage de permettre éventuellement l'évacuation du beurre par pompage, avec des pertes résiduelles minimes. Elles peuvent permettre aussi un lavage chimique par circulation.

Toutes les barattes sont munies de boîtes de vitesses ou de variateurs continus qui donnent le moyen de baratter et de malaxer à des vitesses variables suivant la qualité de la crème et le taux de remplissage (2 à 30 tours par minute). Un compte-tours permet de suivre plus facilement les opérations, surtout le malaxage.

Le matériel de fabrication du beurre en continu : Le principe du barattage en continu consiste à projeter et à entraîner dans un mouvement de rotation très rapide une couche de crème sur une paroi cylindrique. Les globules gras se concentrent vers l'intérieur et se trouvent exposés aux chocs d'un batteur qui en expulse la matière grasse liquide ; l'inversion de phase se produit si la crème est suffisamment grasse, la limite se situant vers 20 % de matière grasse (avec un taux de matière grasse élevé dans le babeurre).

Le cylindre de barattage peut être unique et donner directement le grain à sa taille définitive. Il peut aussi être complété par un second cylindre muni d'un batteur à vitesse plus réduite, en position coaxiale ou plus inclinée que le premier cylindre ; les particules de beurre s'y agglomèrent lentement en grains plus gros et se séparent du babeurre. La surface intérieure des cylindres est généralement lisse, avec parfois des concavités locales assurant une meilleure turbulence. La longueur du cylindre de barattage est de 40 à 50 cm ; celle du second cylindre est de 40 à 80 cm, selon les types de butyrateurs.

Le « rotor » du premier cylindre est muni de pales supportant des lames longitudinales plus ou moins larges.

La vitesse du batteur du premier cylindre varie selon les constructeurs, de 500 à 3 200 t/mn ; celle du « rotor » du second cylindre va de 14 à 36 t/mn. Toutes deux sont réglables, soit en continu, soit en discontinu.

L'arrivée de la crème sur le batteur du cylindre de barattage tournant à grande vitesse conditionne dès le départ la formation des grains. Selon que cette arrivée est coaxiale, parallèle à une génératrice ou tangentielle, les chocs initiaux subis par les globules gras seront très différents.

La paroi des cylindres peut être réfrigérée par circulation d'eau dans une double paroi. Selon les appareils le débit d'eau nécessaire varie de 400 à 600 l/h, à une température de 2 à 10 °C, sous une pression de 1 à 2 bars.

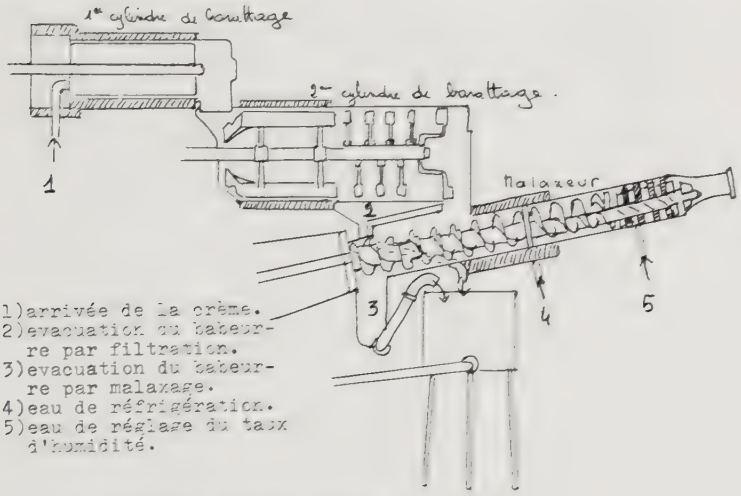


Schéma du butyrateur Westfalia

II. — PROCEDES DE CONSERVATION DU BEURRE

a) *Le salage :* Le procédé de conservation le plus ancien est le salage à l'aide de chlorure de sodium. C'est le seul antiseptique légalement autorisé dans le monde entier.

Le salage est réglementé par la loi. Lorsqu'il ne dépasse pas 5 %, le beurre est vendu sous l'appellation

demi-sel. Si la proportion de sel est comprise entre 5 et 10 %, le produit prend la dénomination : beurre salé.

Dans la pratique, un salage à 2-3 % doit permettre d'assurer une bonne conservation sans pour autant trop altérer le goût. Le beurre pasteurisé demi-sel, contient réglementairement 2 % maximum de chlorure de sodium.

b) *L'entreposage frigorifique :* C'est le procédé de conservation le plus rationnel et le plus sûr. A une température comprise entre —10 °C et — 14 °C, le beurre peut se conserver parfaitement pendant plusieurs mois et la consommation en être reportée d'une saison sur l'autre. Il devient alors possible de régulariser le marché et d'éviter les fluctuations de prix considérables, au cours de l'année.

Les facteurs qui conditionnent la conservation du beurre au froid intéressent d'une part les modalités d'entreposage, d'autre part, la fabrication du produit.

En ce qui concerne l'entreposage, c'est la température qui joue le rôle essentiel. Des essais, pendant les années 1947 et 1948, ont montré qu'il n'y avait pas lieu d'appliquer une température de stockage inférieure à — 14 °C. En particulier la congélation à — 30 °C suivie d'un entreposage à — 18 °C ne semble pas se justifier compte tenu des frais supplémentaires qu'impose cette technique. Les températures de stockage comprises entre — 10 °C et — 14 °C semblent constituer des conditions optimales (Jarrousse H., Veisseyre R., Faurot de Lamothe G. et Salle C.).

L'emballage des beurres destinés au stockage doit être soigné spécialement. C'est le conditionnement en caisses ou cartons garnis d'un double papier sulfurisé qui convient le mieux. Il faut éviter le stockage en pains, bien que, dans certains cas, on observe d'excellents résultats lorsque la période de conservation ne dépasse pas 2 à 3 mois.

L'influence de la fabrication du beurre sur son comportement en frigorifique a fait l'objet de très nombreux travaux desquels on peut tirer les conclusions suivantes :

— la crème à partir de laquelle le beurre est fabriqué ne doit pas être dégradée ;

— le beurre doit être propre, c'est-à-dire ne contenir que des ferments lactiques à l'exclusion de germes indésirables tels que moisissures, levures, bactéries protéolytiques, etc ;

— le beurre doit être pauvre en métaux et surtout en cuivre (moins de 1 mg par kg) ;

— la maturation doit être peu poussée (pH optimum : 6 à 6,5).

Il est probable que des facteurs de conservation nous échappent encore aujourd'hui. Nous avons pu observer que des beurres provenant d'une excellente matière première, très pauvres en germes indésirables et en métaux, ne se conservaient pas pour autant en frigorifique et qu'il apparaissait certains défauts (voir le chapitre des beurres stockés pour le compte de la société Interlait).

Des essais de stockage de beurre ont été faits pour le compte de la C.E.G.F. (Compagnie des entrepôts et gares frigorifiques), consistant à placer des échantillons dans des chambres froides où sont entreposés d'autres produits.

Le protocole de départ était le suivant :

— dégustation du beurre à son entrée en stock par les experts de Paris,

— stockage des échantillons témoins à des températures de l'ordre de — 14 °C - — 15 °C,

— interdiction de stocker d'autres denrées dans les chambres témoins,

— stockage des échantillons tests à des températures de — 20 °C à — 25 °C.

Trois séries d'examens ont été faits les :

— 17 novembre 1970,
— 12 février 1971,
— 17 mai 1971.

On a constaté une très légère supériorité qualitative des beurres témoins par rapport aux beurres d'essais pour ce qui concerne les dégustations du 17 novembre 1970 et du 17 mai 1971, cette différence qualitative étant plus perceptible dans le croûtage du beurre qu'à l'intérieur, constatation logique étant donné que le beurre en tant que matière grasse fixe aisément les odeurs ambiantes.

La dégustation du 12 février 1971 ne permet malheureusement pas de tirer des conclusions en faveur de l'une ou l'autre méthode de stockage, cependant les différences de goûts constatées ne sont pas suffisamment éloquentes pour tirer une conclusion définitive et il serait utile de procéder à d'autres essais.

c) *L'huile de beurre :* Sa préparation comprend 3 phases principales :

— fusion du beurre. Elle a lieu sur des grilles à circulation interne de fluide chauffant ou sur des tables inclinées à paroi chauffante. On cherche à ne pas dépasser, pour le beurre, une température de 80 °C afin d'éviter un goût de cuit (avec formation de lactones et brunissement) ;

— décantation, en laissant le produit reposer pendant 3 à 4 heures à 60 °C-80 °C. Il se forme par décantation 4 couches différentes, de haut en bas :

— mousse riche en matières azotées et en matière grasse,

— graisse claire,

— émulsion eau-non gras, avec 1 à 2 % de matière grasse,

— plasma non gras.

Après repos, on soutire le non gras et on enlève la mousse. On peut, avant décantation, ajouter 40 à 50 % d'eau pour laver la matière grasse.

• Centrifugation. Elle a lieu généralement en deux phases, avec des centrifugeuses de deux types différents :

— écrémeuse ou concentreur à crème,

— centrifugeuse à huile (ou clarificateur Alfa-Laval).

Ces appareils réalisent en deux étapes un enrichissement du taux de matière grasse jusqu'à 95, puis 98 ou 99 %.

• Evaporation. — L'huile du beurre à 98-99 % de matière grasse est ensuite réchauffée et détendue de 95 °C à 75 °C environ dans un évaporateur sous vide partiel. Elle perd alors de 0,5 à 1,5 % d'eau, ce qui abaisse le taux final vers 0,1 à 0,2 %.

• Refroidissement. — L'huile de beurre peut être ramenée à 30 °C.

• Conditionnement. — En fûts ou en caisses de 25 à 200 kg, garnies intérieurement de sacs de polyéthylène.

• Stockage. — Pour freiner au mieux l'oxydation, on peut abaisser la température jusqu'à — 10 °C. Cependant, l'huile de beurre se conserve de 3 mois à 1 an à 10 °C, et de 1 à 2 ans à 0 °C.

On incorpore souvent des antioxygènes pour améliorer la conservation de l'huile de beurre (gallates).

L'huile de beurre rancit très rarement, mais ce défaut se retrouve dans l'huile de beurre provenant d'un beurre rance, malgré une relative amélioration due à l'expulsion du non-gras et à un dégazage. Il en est de même lorsqu'on part d'un beurre déjà oxydé.

Composition de l'huile de beurre

Contrairement au beurre fondu, l'huile de beurre est un produit commercial bien défini. Aux U.S.A., il doit répondre aux normes suivantes :

— taux de matière grasse supérieur ou égal à 99,8 % (méthode Röse-Gottlieb),

— teneur en eau inférieure à 0,1 % (méthode Karl Fischer),

— acidité de la matière grasse inférieure à 0,5 % (exprimée en acide oléique),

— teneur en cuivre inférieure à 25 g/kg,

— test de peroxyde négatif,

— couleur claire,

— texture homogène,

— absence d'air,

— goût correct, ce qui implique que l'on parte d'une crème ou d'un beurre de bonne qualité, ni rance, ni oxydé.

Utilisation de l'huile de beurre

L'huile de beurre est rarement consommée en l'état. Elle n'a ni l'aspect, ni la texture du beurre, ni son arôme ; son arôme particulier est dû à des lactones de C 6 à C 10.

Elle est employée industriellement dans la reconstitution de divers produits laitiers :

— lait de consommation,

— crème,

— beurre,

— crèmes glacées.

Pour son utilisation en beurrerie, on rétablit à nouveau une émulsion lait-matière grasse, en mélangeant l'huile de beurre fondue à du lait frais ou reconstitué 40-60 °C. A cause de sa bonne conservation, de sa composition définie, de son volume réduit, l'huile de beurre fait l'objet dans des unités de production spécialisées, d'importantes fabrications destinées en général à des pays importateurs situés en climat chaud.

D. — ORGANISATION DE L'INSPECTION DE BEURRES

1° HISTORIQUE

Depuis la création des Services vétérinaires municipaux, le contrôle des comestibles était réalisé sur les marchés urbains par des vétérinaires inspecteurs. Toutefois leur action sur les produits laitiers était semble-t-il assez limitée. A titre d'exemple, à Paris et dans le département de la Seine, en 1953, il a été examiné 93 échantillons de beurre par les services sanitaires vétérinaires ; 77 présentaient des caractères organoleptiques anormaux. Pour le compte et à la demande de particuliers, les services vétérinaires réalisaient aussi des analyses plus poussées : pour la même année 1953, dans le département de la Seine, il a été examiné 5 échantillons à ce titre !

Les Pouvoirs Publics et les organisations professionnelles ont amorcé une politique de qualité en matière de beurre pasteurisé avec l'article 31 de la loi du 2 juillet 1935, tendant à l'organisation et à l'assainissement des marchés du lait et des produits résineux.

En vertu de cet article, un décret en date du 25 juillet 1935 prévoyait que « les entreprises laitières exportant des beurres pourraient bénéficier d'allocations forfaitaires, à la condition que les produits satisfassent aux exigences de qualité fixées par un arrêté de même date ».

Pour la première fois, à l'occasion de l'application de ces dispositions, un contrôle de la qualité des beurres a donc été prévu sous la surveillance du Service de la Répression des fraudes.

Le 7 avril 1938, un arrêté complétant celui du 25 juillet 1935 institue une marque collective de qualité pour les beurres exportés et leur alloue une majoration de l'allocation forfaitaire.

Aux termes d'un arrêté du 13 juin 1938, cette marque collective est délivrée par le Comité National de propagande pour l'Amélioration et le Développement de la Consommation du lait et des produits laitiers (organisme privé, loi de 1884).

L'examen de qualité est effectué sur échantillons de beurres par le *Laboratoire National des Industries Laitières* à Paris.

Les opérations de contrôle commencées sur les beurres destinés à l'exportation, fin mai 1939, sont évidemment rapidement arrêtées par l'état de guerre.

En 1941, le Comité Central des *Groupements Interprofessionnels laitiers* (*G.I.L.*) reprend des opérations de contrôle sur les beurres dans le but de sélectionner les beurreries pour la campagne de stockage 1941-42.

Ces différents contrôles de qualité portent indistinctement sur des beurres crus (fermiers ou laitiers) et sur des beurres pasteurisés.

L'arrêté de prix du 1er octobre 1942, en fixant une prime de 2 francs par kilogramme au beurre pasteurisé, pose pour la première fois le principe d'un contrôle sur les beurres pasteurisés. L'arrêté de prix du 23 mars 1943 reprend cette disposition qui figure du reste dans tous ceux pris sous le régime de la taxation .

Mais c'est l'arrêté de prix du 28 septembre 1943 (modifié par l'arrêté du 2 novembre 1943) qui précise que les laiteries bénéficiaires doivent avoir été agréées par le Comité Central des Groupements Interprofessionnels laitiers et se soumettre au contrôle permanent de cet organisme.

Le 12 novembre 1943, le Président du Comité Central signe une décision OR. 22 relative au contrôle des beurres de crèmes pasteurisées appelés à bénéficier de la

prime instituée par les arrêtés de prix. Cette décision est suivie le 31 janvier 1944 d'une décision OR. 26 désignant les membres de la Commission Interprofessionnelle de contrôle des beurres.

L'ordonnance n° 45-1580 du 17 juillet 1945 dissout le Comité Central des G.I.L. et crée le *Service Provisoire de l'Economie Laitière* (S.P.E.L.).

Un arrêté du 16 janvier 1946 signé par le Ministre de l'Agriculture, confie au S.P.E.L. l'exécution des mesures en vigueur concernant le contrôle des beurres de crèmes pasteurisées, antérieurement assuré par le Comité Central des G.I.L.

Le contrôle des beurres pasteurisés était donc assuré par le S.P.E.L. qui exécutait des dispositions de l'OR. 22.

Son but était l'amélioration de la qualité du produit fabriqué. L'activité de l'organisme était le contrôle de la production et, en cas d'avertissements fréquents, des conseils techniques étaient donnés aux industriels après visite de l'usine par des agents compétents.

Par arrêté du 30 septembre 1953 fut créé le *S.T.I.L.* (*Service Technique Interprofessionnel du Lait*) qui remplace alors le S.P.E.L.

Le décret du 4 janvier 1955 confie au S.T.I.L. le contrôle des entreprises laitières fabriquant du beurre pasteurisé.

Cet organisme était dirigé par un fonctionnaire détaché du Ministère de l'Agriculture, son financement dépendait du Ministère de l'Agriculture. Un contrôleur d'Etat gérait financièrement l'organisme.

Le personnel comprenait plusieurs catégories dont chacune avait un statut privé ; les agents techniques étaient recrutés au choix parmi des techniciens diplômés des Ecoles Nationales de Laiterie.

L'administration était centralisée à Paris et occupait environ 80 employés répartis dans les différents services

d'exportation, de statistiques laitières, de documentation, de comptabilité, etc.

Il existait 4 laboratoires en France :

— Paris,

— Douai,

— Strasbourg,

— Toulouse

spécialisés dans les analyses nécessaires au contrôle des beurres.

Une trentaine d'agents étaient répartis dans les diverses régions pour effectuer des contrôles techniques et des prélèvements dans les usines et aux frontières en même temps que le Service des douanes.

Les activités se répartissent ainsi :

a) le contrôle des usines en vue de l'agrément (loi du 30 juillet 1953) ;

b) le contrôle des exportations subventionnées par le F.O.R.M.A. (Fonds d'Orientation et de Régulation des Marchés Agricoles) au niveau des usines et des frontières ;

c) le contrôle en vue du stockage pour le compte de la Société Interlait ;

d) la présélection pour le concours agricole. Les échantillons sont dégustés et analysés ;

e) l'aide technique aux industriels dont les fabrications sont de qualité insuffisante ;

f) les statistiques pour le compte de l'I.N.S.E.E. (Institut National des Statistiques et Etudes Economiques).

2° ORGANISATION ACTUELLE

La loi du 8 juillet 1965 crée un Service d'Etat d'Hygiène alimentaire organisé par le décret du 31 mars 1967 :

c'est un service d'Etat, constitué de vétérinaires spécialistes et de préposés sanitaires ayant qualité de fonctionnaires ou d'agents de l'Etat. Ils sont détenteurs d'une partie de l'autorité publique en vue de faire respecter la loi et d'assurer la protection de la santé publique par le contrôle de toutes les denrées alimentaires d'origine animale.

L'organisation administrative de ce Service d'Etat est schématisée selon le plan suivant :

DIRECTION DES SERVICES VÉTÉRINAIRES

Directeur ..... **M. MATHIEU**

Adjoint au Directeur .... **M. TASSEL**
Contrôleur Général

Chef de Cabinet ..... **M. DUFRENE**
Vétérinaire Inspecteur en Chef

Chargés de Mission .... **M. CORTEZ**
Contrôleur Général
M. THIROT
Vétérinaire Inspecteur en Chef

Secrétariat ..... **M^lle BERIOT**
M^lle JOINDOT
M^lle LEMARIE

AFFAIRES COMMUNES

1er BUREAU

— *Affaires Administratives et Financières*
M. LUGUERN
Inspecteur de l'Agriculture

2e BUREAU

— *Réglementation et Inspection Vétérinaire des Echanges Internationaux*
M. MASIA
Vétérinaire Inspecteur en Chef

3e BUREAU

— *Laboratoires et épidémiologie*
M. LIGNIERES
Vétérinaire Inspecteur

SERVICE DE LA SANTE ANIMALE

M. PERPERE
Vétérinaire Inspecteur en Chef

4e BUREAU

— *Equidés et maladies réputées legalement contagieuses*
M. SANTAMARIA
Vétérinaire Inspecteur en Chef

5e BUREAU

— *Tuberculose*
— *Ruminants et porcins,*
M. BRETENET
Vétérinaire Inspecteur en Chef

6e BUREAU

— *Volailles, lapins, gibier*
M. VALLIER
Vétérinaire Inspecteur Principal

7e BUREAU

— *Brucellose*
M. PASQUEREAU
Vétérinaire Inspecteur en Chef

8e BUREAU

— *Pharmacie et produits biologiques vétérinaires*
M. BESNAULT
Vétérinaire Inspecteur en Chef

SERVICE DE L'INSPECTION SANITAIRE ET QUALITATIVE DES DENREES D'ORIGINE ANIMALE

M. BRESSOU
Contrôleur Général

9e BUREAU

— *Organisation de l'Inspection (réglementation et personnel)*
M. ADROIT
Vétérinaire Inspecteur Principal

10e BUREAU

— *Viandes et produits dérivés*
M. RIVIERE
Vétérinaire Inspecteur en Chef

11e BUREAU

— *Volailles et œufs*
M. QUINET
Vétérinaire Inspecteur Principal

12e BUREAU

— *Lait et produits dérivés*
M. CAZAILLET
Vétérinaire Inspecteur en Chef

13e BUREAU

— *Produits de la pêche et maladies des poissons*
M. GOUSSET
Vétérinaire Inspecteur en Chef

Le contrôle du beurre est une activité importante du Bureau de l'inspection du lait et des produits dérivés, créée depuis le 1er janvier 1969.

Son organisation est décentralisée par rapport à l'ancien S.T.I.L. Dans chaque département laitier, il y a un agent technique chargé de contrôler les usines et d'effectuer des prélèvements et un laboratoire faisant toutes les analyses courantes sur les beurres. Le laboratoire de Paris ne fait plus que des analyses spéciales pour lesquelles il est équipé.

Le personnel d'inspection est composé par des vétérinaires, aidés dans leur tâche par des préposés sanitaires qui exercent sous la responsabilité du vétérinaire.

Les vétérinaires ont acquis leur formation au cours de leurs études dans l'une des trois Ecoles Nationales Vétérinaires. L'enseignement de l'hygiène du lait et des dérivés est dispensé au cours de la quatrième année d'études. Il comprend environ 25 heures d'enseignement théorique ; l'enseignement pratique est représenté par des manipulations de laboratoires simples et par des visites de points de vente et d'industries où l'on explique aux élèves les principes de transformation des matières premières, les contrôles qui sont effectués et les anomalies que peut présenter l'usine sur le plan de l'hygiène.

En outre, chaque année, un cycle de formation permanente est organisé à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse pour les Vétérinaires fonctionnaires et vacataires. D'une durée de 6 jours, il comprend des conférences, des visites dirigées d'usines, des travaux pratiques de contrôle organoleptique de produits laitiers et notamment de beurres.

Parmi les préposés sanitaires participant à l'inspection du lait et des produits laitiers, il faut distinguer :

a) les Préposés spécialisés en hygiène du lait, fonctionnaires à temps plein, recrutés sur concours. Après neuf mois de stage de formation générale à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, ils suivent une spécialisation

de trois mois au Centre de perfectionnement des Préposés sanitaires de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Ce stage comprend des cours, des travaux pratiques de laboratoire, des séances d'appréciation des qualités organoleptiques de produits laitiers, des visites d'usines ;

b) les Préposés sanitaires à temps plein, recrutés sur concours. Ils suivent un cycle de perfectionnement de deux semaines en hygiène du lait à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, orienté essentiellement vers le contrôle des usines et l'appréciation qualitative des produits ;

c) les contractuels à temps partiel (ou vacataires) recrutés au choix. Les vétérinaires qui les dirigent assurent leur formation.

3° LEGISLATION ET MODALITES DU CONTROLE

L'inspection a différents buts dont l'importance relative peut être illustrée par le nombre des échantillons de beurre prélevés par les agents des services vétérinaires.

Année 1970 :

— Echantillons prélevés dans le cadre des marchés intérieurs : 993 ;

— Echantillons prélevés dans le cadre des exportations 1 060 ;

— Echantillons prélevés dans le cadre de l'I.D.A.-O.A. : 63 ;

— Echantillons prélevés dans le cadre des contrôles officieux : 525.

a) *Contrôle permanent en vue de l'agrément des usines.*

Aspect administratif (Arrêté du 4-1-55).

Principe : La dénomination « beurre pasteurisé » ne peut être uilisée que par les entreprises agréées par le Ministère de l'Agriculture.

Les usines qui sollicitent l'agrément doivent adresser une demande au Bureau de l'Inspection du lait de la Direction des Services Vétérinaires.

Un prélèvement de beurre est effectué à l'usine en vue de l'analyse chimique et bactériologique par un laboratoire agréé et l'examen des caractères organoleptiques par un Collège d'Experts.

Les usines agréées doivent se soumettre à un contrôle permanent pratiqué en moyenne une fois par mois.

Des sanctions sont appliquées lorsque les normes de qualité ne sont pas respectées. Ce sont les avertissements et le retrait de l'agrément.

A la demande des entreprises, le Bureau de l'inspection du lait peut mettre à leur disposition, à titre onéreux, des techniciens chargés de rechercher l'origine des défauts observés et de préconiser les moyens d'y remédier.

Conditions nécessaires à l'obtenion de l'agrément : lorsqu'une entreprise désire utiliser la dénomination « beurre pasteurisé », elle doit :

— remplir une fiche de renseignements sur les installations et le matériel en service ;

— indiquer les jours de fabrication et la date à laquelle le premier prélèvement pourra être effectué.

Dès réception de la fiche de renseignements, le laboratoire de l'Inspection du lait propose à l'entreprise d'examiner à titre officieux un premier échantillon expédié par ses soins. Si le résultat est défectueux, des conseils techniques sont donnés. S'il est satisfaisant, un prélèvement est aussitôt effectué à l'usine par un agent du service.

A son arrivée au laboratoire, l'échantillon reçoit un numéro anonyme. Il est fractionné en deux parties. L'une destinée à l'analyse bactériologique et chimique, l'autre à l'examen des caractères organoleptiques.

Pour que l'usine obtienne l'agrément, le premier échantillon prélevé doit :

— présenter un taux maximum d'humidité de 16 %,

— contenir au maximum 2 % de matière sèche non grasse,

— être exempt d'antiseptiques,

— avoir une réaction négative à l'épreuve de la phosphatase,

— contenir moins de 25 bactéries coliformes indologènes par gramme de beurre,

— contenir moins de 2 % de sel s'il s'agit de beurre pasteurisé salé,

— être franc de goût, ce qui correspond à la note minimale 8 sur 10 du barème de cotation publié par l'Arrêté du 21 mars 1967.

Une fois agréée, la fabrication de l'usine est contrôlée en moyenne 12 fois par an. Après notification d'un résultat défavorable, elle est contrôlée dans un délai de 10 jours. L'échantillon doit satisfaire aux exigences formulées ci-dessus pour l'agrément.

Sanctions : Différentes mesures peuvent être prises à l'encontre des usines agréées qui ne satisfont pas aux exigences prévues ou qui cessent provisoirement leur activité beurrière. Ces mesures sont :

1° Le premier avertissement : Lorsque l'échantillon ne satisfait pas à l'une ou à plusieurs des exigences formulées ci-dessus.

2° Le deuxième avertissement : Lorsque l'échantillon prélevé après notification du premier avertissement ne satisfait pas à l'une ou à plusieurs des exigences. L'avertissement ne retire pas l'agrément.

3° La « suspension », c'est-à-dire le retrait de l'agrément, lorsque l'échantillon prélevé après notification du deuxième avertissement ne satisfait pas à l'une ou à plusieurs des exigences.

4° La cessation d'activité définitive ou provisoire : Dans ce dernier cas, l'arrêt de fabrication peut être inférieur ou supérieur à deux mois. Toute beurrerie agréée dont l'activité cesse pendant une période inférieure à deux mois, peut de nouveau utiliser l'appellation « beurre pasteurisé » dès la reprise de la fabrication. Mais, lorsque l'activité cesse pendant plus de deux mois, un prélèvement en vue du réagrément est effectué.

Aspect technique

Prélèvements : Les échantillons sont prélevés inopinément à la beurrerie ou à l'atelier d'empaquetage. L'agent du service de contrôle opère en présence du responsable de l'usine ou de l'un de ses représentants.

Les échantillons sont soigneusement enveloppés et référencés. Ils sont placés aussitôt en caisse glacière puis groupés en vue de l'expédition vers un laboratoire agréé par les moyens les plus rapides. A son arrivée dans le laboratoire, chaque échantillon est affecté d'un numéro puis partagé en deux parties : l'une est destinée à l'analyse bactériologique et chimique, l'autre à l'examen des caractères organoleptiques.

Il existe 3 laboratoires où s'effectuent ces expertises : un à Strasbourg pour les beurres de l'Est de la France ; un à Toulouse pour les régions Midi-Pyrénées, Aquitaine-Languedoc, Limousin, Auvergne ; le laboratoire de Paris reçoit les beurres du reste de la France.

Analyse bactériologique et chimique : elle est réalisée conformément aux méthodes décrites par le Décret du 25-3-1924 et les Arrêtés du 4-1-1955 et du 10-11-1960. Les normes auxquelles doivent répondre les beurres pasteurisés sont :

Humidité %	max. 16
Matière non grasse %	max. 2
Conservateur	absence
Chlorures exprimés en Na Cl %	

Beurre pasteurisé salé	max. 2
Beurre salé	max. 10
Beurre demi-sel	max. 5
Epreuve de la phosphatase . .	négative
Bactéries coliforme indologènes	25 par/g

— Détermination de la teneur en eau : l'humidité du beurre est le pourcentage pondéral d'eau, obtenu par dessiccation du beurre à 102 ± 2 °C et pesée du résidu. L'écart maximal entre les résultats de déterminations parallèles effectuées par deux opérateurs doit être de 0,2 g d'eau pour 100 g d'échantillon.

— Détermination de la matière sèche non grasse : la teneur en matière non grasse du beurre est le pourcentage en masse du résidu sec, après dessiccation du beurre et élimination de la matière grasse par épuisement d'oxyde diéthylique. On filtre et dessèche l'insoluble.

— Recherche des conservateurs : recherche rapide de l'acide borique. L'acide borique et les borates communiquent une coloration verte à la flamme.

— Epreuve de la phosphatase alcaline d'après la méthode de P. Sanders et O. Sager : addition d'une solution de phénylphosphate disodique ; libération du phénol par hydrolyse sous l'action de la phosphatase ; mesure colorimétrique de la quantité de phénol libéré.

On considère que la crème avant barattage a été bien pasteurisée lorsque la quantité de phénol ne dépasse pas 2 mg pour 0,5 g de beurre.

— Détermination de la teneur en sel : c'est la quantité de chlorures contenus dans le beurre, exprimée en pourcentage en masse de chlorure de sodium.

A partir d'une émulsion du beurre dans l'eau chaude, on opère le titrage des chlorures par une solution titrée de nitrate d'argent, en présence de chromate de potassium.

L'écart maximal entre les résultats de déterminations parallèles effectuées par deux opérateurs, doit être de 0,02 g de chlorure de sodium pour 100 g d'échantillon.

Examen organoleptique

Les échantillons sont conservés pendant 10 jours à la température de 10 °C. Ils sont soumis à l'appréciation d'un groupe de 6 experts dégustateurs réunis au Laboratoire :

— 3 sont des agents spécialistes des Services Vétérinaires,

— 1 est un professionnel commerçant,

— 1 appartient au secteur coopératif,

— 1 appartient au secteur industriel privé.

Les entreprises de toutes les régions laitières françaises sont représentées. Plus de 100 personnes appartiennent au Collège d'experts en beurres, non compris les techniciens de l'Inspection du Lait. Chaque expert est convoqué 6 à 12 fois par an.

La réunion a lieu dans la salle de dégustation du laboratoire local, exclusivement réservée à cet effet. Cette salle doit être située à l'abri de tout ce qui peut troubler le jugement des experts et modifier leurs réactions sensorielles. En principe, seuls les échantillons présentés doivent pouvoir éveiller des sensations olfactives, gustatives, visuelles, auditives ou tactiles.

Les morceaux de beurre numérotés sont sortis du réfrigérateur réglé à 10 °C et sont placés sur les tables. Un opérateur effectue rapidement l'épreuve de répartition de l'eau par application d'un papier indicateur.

Ensuite, chaque expert examine isolément les échantillons, leur attribue des notes selon le barème de cotation proposé et indique ses appréciations.

Les notes des 6 experts sont ensuite rapprochées et, s'il en existe, les échantillons litigieux sont de nouveau examinés sous un nouveau numéro anonyme.

Le barème actuellement appliqué est publié en annexe au décret du 21 mars 1967.

Odeur :

Fine, fraîche, parfaitement perceptible	3
Sans odeur, neutre, légèrement cuit, légèrement acide	2
Cuit, malté, acide, levuré	1
Rance, l'échantillon repousse le dégustateur	0

Goût :

Pur, frais, saveur agréable	10
Les mêmes qualités, mais moins perceptibles, beurre sans défaut	9
Franc, neutre, sans arôme, plat ou léger goût de cuit ou légèrement acide	8
Acide, aqueux, goût de cuit	7
Levuré, malté, âcre, brûlé, caramélisé, huileux, goût de fourrage, goût de babeurre, léger goût de fromage, léger goût de vieille crème, légèrement oxydé, légèrement métallique	6
Goût de fromage, oxydé, métallique, goût de graisse, goût de vieille noix, légère pointe de rance	5
Rance, suiffeux, goût de poisson, putride, moins de	5

Répartition de l'eau : utiliser un papier indicateur et se reporter à l'échelle de cotation établie pour ce papier.

On utilise le papier Wator qui, appliqué sur une coupe fraîche de l'échantillon, le notifie par simple comparaison avec une échelle de cotation établie par l'ex. S.T.I.L.

Aspect :

Coloration homogène, variable suivant les régions	2
Poreux, marbré	1
Sale, moisi, corps étrangers	0

Texture :

Ferme, facile à tartiner	2
Légèrement cassant, friable, collant ou sableux	1
Les mêmes défauts, mais plus prononcés	0

D'après ce barème, le beurre « franc de goût » obtient la note minimale 8 sur 10.

Ces barèmes sont suffisamment détaillés pour permettre aux experts d'identifier les moindres défauts observés ; les fabricants ainsi renseignés peuvent orienter leurs recherches en vue de remédier aux imperfections signalées.

b) *Le Contrôle des beurres pour le compte de l'Etat* (régulation du marché intérieur).

Importance : dans le cadre des activités de soutien du marché dépendant du F.O.R.M.A. (Fonds d'Orientation et de Régulation des Marchés Agricoles) par la Société Interlait, les agents de la Direction des Services Vétérinaires ont réalisé plus de 15 000 interventions pour contrôler :

— 22 720 tonnes de beurre en achats,

— 43 992 tonnes de beurre en stockage.

A la suite de ces contrôles 1 600 tonnes de beurre ont été déclassées sur les 66 700 tonnes examinées.

Conditions générales d'achat pour la Société Interlait applicables à partir du 1-1-72.

Caractéristiques du beurre : La Société Interlait n'achète que du beurre pasteurisé de catégorie « A » :

— ayant au minimum la note 15, avec la note de goût au moins égale à 8, suivant le barème de cotation suivant :

goût	0 à 10
odeur	0 à 3
répartition de l'eau	0 à 3
aspect	0 à 2
texture	0 à 2
NOTE	0 à 20

— non salé ;

— non additionné de conservateur ;

— à partir de crème acide, c'est-à-dire ensemencée ;

— fabriqué depuis moins de deux mois à la date de la prise en charge par la Société Interlait, c'est-à-dire à la date de la réception de l'offre par la Société Interlait (sauf dérogation réglementée).

Les contrôles : tous les beurres offerts à la Société Interlait sont soumis, lot par lot :

— à un contrôle de poids,

— à deux contrôles successifs de qualité.

Premier contrôle de qualité (agréage).

Il a lieu dans les 15 jours de l'entrée dans l'entrepôt frigorifique désigné par la Société Interlait ou, pour les beurres se trouvant déjà entreposés dans ce frigorifique à la date de l'offre, dans les 15 jours de la prise en charge de l'offre par la Société Interlait.

Il comporte tous les examens nécessaires pour s'assurer de la conformité aux présentes conditions de qualité du beurre qui doit notamment obtenir au minimum la note 15 avec une note de goût au moins égale à 8.

Les lots de beurre pour lesquels le résultat du premier contrôle de qualité est favorable sont agréés et

achetés par la Société Interlait ; dans le cas contraire, ils sont refusés.

Second contrôle de qualité.

Il a lieu à la fin d'une période probatoire de deux mois de stockage, débutant le jour de l'entrée en entrepôt frigorifique désigné ou agréé, et dans un délai maximum de un mois de la fin de cette période. On admet une diminution de la note de goût de 2 points.

c) *Contrôle des beurres pour l'exportation*

Importance : Le quart des échantillons de beurre prélevés par les agents des Services Vétérinaires le sont dans le cadre du contrôle des exportations.

La France exporte entre 40 000 et 70 000 tonnes de beurre par an sur une production totale de 420 000 tonnes en moyenne.

Classification : Le beurre exporté est rangé en trois catégories définies comme suit :

Note minimale	Notation au goût	Total des points
Catégorie A	8	15
Catégorie B	6	13
Catégorie C	5	11

Organisation : Elle est définie par l'Arrêté du 21 mars 1967.

Les entreprises ont la faculté de soumettre leur production de beurre au contrôle permanent des services vétérinaires.

Les entreprises usant de cette faculté peuvent demander aux services vétérinaires des carnets de certificats de qualité à l'exportation, groupant plusieurs liasses des six imprimés suivants :

— trois certificats de qualité à l'exportation à remettre à l'appui de la déclaration de douane d'exportation ;

— deux avis d'exportation à adresser par l'exportateur, l'un aux services vétérinaires trois jours francs au moins avant l'expédition des marchandises et précisant les emplacements où les différents lots peuvent être examinés avant expédition ;

— une souche que conserve l'exportateur.

Ces imprimés doivent être remplis par l'exportateur en suivant toutes les indications qu'ils comportent.

Les exportateurs qui ne soumettent pas leurs produits au contrôle permanent, sont tenus de faire parvenir aux services vétérinaires, huit jours francs avant la date d'expédition, établis sur des imprimés conformes aux modèles fixés par l'administration, un avis d'exportation précisant les emplacements distincts. Dans les mêmes conditions, les exportateurs adressent également un avis d'exportation au service de la Répression des Fraudes.

Les services vétérinaires remettent à l'exportateur, après contrôle de la marchandise reconnue conforme, les trois exemplaires visés des certificats de qualité à l'exportation.

Les services vétérinaires ont la faculté, notamment dans le cas prévu à l'article 6 ci-après, de retourner les dits certificats à l'exportateur sans vérification effective de la marchandise ; son visa précise dans ce cas qu'il a été donné sans vérification.

Art. 6. — Les négociants exportant pour leur propre compte des produits en provenance d'entreprises soumises au contrôle permanent sont admis pour de telles expéditions à adresser trois jours francs avant l'expédition, les documents prévus. Ils sont tenus, dans ce cas, de joindre à chaque jeu de certificats de qualité à l'exportation adressé aux services vétérinaires une attestation du fournisseur établie sur un imprimé fourni par ce service et précisant la qualité du produit, le tonnage livré, les marques d'identification figurant sur les embal-

lages, la date à laquelle le produit a été ou sera livré au négociant.

Caractéristiques auxquelles doivent répondre les beurres destinés à l'exportation : Les beurres exportés doivent répondre aux caractéristiques prévues par la réglementation française. Ils doivent, en particulier être exempts de conservateur et ne pas renfermer, pour 100 g de produit, plus de 18 g de matières non grasses dont, au maximum 16 g d'eau. En outre, les beurres exportés sous la dénomination « beurres pasteurisés » doivent répondre aux caractéristiques prévues par les Arrêtés du 4 janvier 1955 et 10 novembre 1960 concernant les conditions d'utilisation de cette dénomination.

Présentation : Les beurres exportés peuvent être expédiés en vrac ou conditionnés en plaquettes, rouleaux boîtes métalliques ou boîtes carton ou en tous emballages répondant aux prescriptions de la réglementation sur les matériaux au contact des produits destinés à l'alimentation. Les beurres en vrac ou conditionnés doivent être logés dans des cartons normalisés neufs, ou dans des fûts ou caisses de bois neufs.

d) *Contrôle des beurres dans le cadre de l'inspection de salubrité des denrées alimentaires.*

Il est souvent effectué par les vétérinaires ou les préposés sanitaires chargés de l'inspection des points de vente.

Les saisies de beurre sont rares du fait du déclassement possible et de leur utilisation en alimentation animale ou des possibilités de régénération.

a) Conditionnement des beurres pasteurisés : au moment de la vente aux consommateurs, le « beurre pasteurisé » doit être conditionné :

— soit en plaques ou en rouleaux d'un poids maximum de 500 g, moulés mécaniquement ;

— soit en boîtes serties ;

— soit en pots de carton paraffiné.

Les opérations de conditionnement ne peuvent être effectuées qu'à l'usine ou dans un atelier d'empaquetage agréés.

Dans le cas de vente aux pâtissiers, biscuitiers, restaurateurs, collectivités et administrations, aucun mode de conditionnement n'est imposé. Toutefois les paniers et les bassets non clos sont interdits.

b) Etiquetage des beurres pasteurisés : l'indication du poids net est obligatoire et ne souffre aucune exception. Sont obligatoires les indications ci-après qui doivent être portées sur :

— les feuilles, boîtes ou pots de carton paraffiné employés pour le conditionnement ;

— les tonneaux, les caisses, et les bassets clos avec couvercle.

La dénomination « beurre pasteurisé » ou « beurre de crème pasteurisée » suivie s'il y a lieu, de la mention « demi-sel » ou « salé » selon la proportion de sel ajouté.

Le numéro d'ordre de l'usine ou de l'atelier d'empaquetage fixé par le service de contrôle, sous la forme « usine (ou atelier) agréé n°... » ou « usine (ou atelier) agréé par le Ministère de l'Agriculture n°... ».

L'indication correspondant à la journée de conditionnement définitif (le numéro du jour de l'année). Chaque usine ou atelier d'empaquetage a la faculté d'utiliser en ce qui concerne cette indication le mode de marquage qu'il préfère (impression, perforation).

Le contrôle effectué par le S.T.I.L. peut être facultativement indiqué sur les emballages par la formule suivante, à l'exclusion de toute autre mention : fabrication contrôlée par le S.T.I.L. (Arrêté du 10 novembre 1960).

c) Prescriptions hygiéniques concernant la vente du beurre : circulaire du Ministre de la Santé Publique du 24 mai 1963 et circulaire du 11 juin 1964.

Les beurres vendus tant sous emballage d'origine qu'au détail doivent être maintenus à l'abri de toute altération et exposés en quantité aussi réduite que possible, les réserves étant entreposées en enceinte réfrigérée.

En plus de ces dispositions spéciales, les magasins de vente doivent répondre à certaines conditions générales d'hygiène. Ces dispositions sont reprises dans les Réglements sanitaires départementaux publiés par le Préfet sous forme d'arrêté préfectoral.

d) Transport du beurre réfrigéré : l'arrêté interministériel français du 10 décembre 1952 prescrit de transporter le beurre à une température au plus égale à + 10 °C. Les recommandations de l'Institut International du Froid sont pour un transport de 2 à 6 jours, température recommandée + 4 °C, température acceptable + 12 °C.

L'application des dispositions réglementaires sera provisoirement limitée aux chargements d'un poids supérieur à une tonne.

e) Beurre congelé : le beurre cessera d'être considéré comme congelé dès qu'il quittera définitivement un entrepôt de stockage pour être livré au commerce de distribution. Le transport aura lieu dans les conditions prévues pour le beurre réfrigéré.

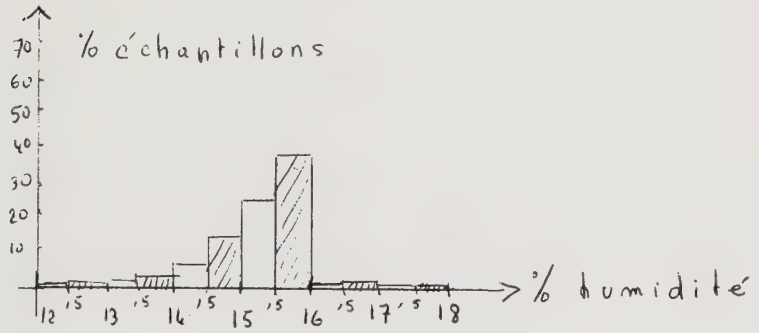
f) Beurre rénové : La rancidité, le suiffage, le goût de poisson constituent des altérations qui nécessitent, si toutefois leur degré le permet, une opération de « rénovation » : le beurre après fusion est mélangé avec du lait et de l'eau additionnée d'une petite quantitée de bicarbonate de soude. Le liquide obtenu est repasteurisé et traité comme de la crème servant à fabriquer du beurre pasteurisé. Le beurre ainsi traité est vendu sous l'appellation de « beurre rénové ».

E. — DEFAUTS DES BEURRES

1° DEFAUTS DECELES PAR DES EXAMENS DE LABORATOIRE

Résultats obtenus dans les usines contrôlées :

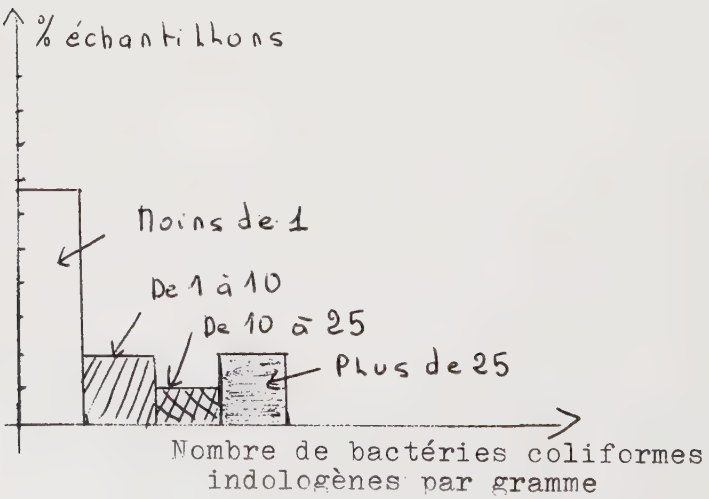
— Humidité : 40,4 % des échantillons contiennent 15,5 à 16 % d'eau, 56 % en contiennent moins de 15,5 % et 3,6 % dépassent la norme légale de 16 %. Ce dépassement est purement accidentel, dans la plupart des usines. Rares sont celles qui, au cours d'une année, reçoivent plusieurs sanctions pour ce motif.



— Phosphatase : la phosphatase est détruite dans la grande majorité des échantillons examinés. Il est recommandé d'examiner les échantillons dans un délai très court après la fabrication en raison de la difficulté de distinguer la phosphatase résiduelle due au chauffage insuffisant de la crème de la phosphatase réactivée qui réapparaît parfois après conservation.

— Bactéries coliformes indole + : le dénombrement des bactéries coliformes productrices d'indole est effectué en deux temps. On recherche d'abord le nombre total de bactéries coliformes par gramme de beurre puis, après repiquage, le nombre de bactéries productrices d'indole. Environ 5 % des échantillons contiennent plus de 25 bactéries coliformes indole +/gramme. Un effort doit être entrepris par les beurreries pour éviter la contamination microbienne de la crème et du beurre. L'effort à entreprendre concerne d'ailleurs une proportion nettement supérieure à 5 % des beurreries ; en effet, il semble qu'à l'avenir, l'absence de bactéries coliformes pourrait être exigée. Or, le graphique montre que près d'un quart des échantillons contient plus de 10 bactéries coliformes par gramme.

Une pasteurisation insuffisante, l'emploi de ferments contaminés sont souvent responsables de la présence de coliformes dans la crème à baratter. La contamination au cours de la fabrication est la conséquence d'un mauvais nettoyage des appareils (canalisations, barattes) ou de la mauvaise qualité de l'eau de lavage du beurre.



2° DEFAUTS DECELES PAR L'EXAMEN ORGANOLEPTIQUE

a) *Défauts d'aspect*

Si la fabrication est conduite sans soin, avec du matériel mal entretenu, le beurre peut être sale et contenir des impuretés grossières.

Les impuretés sont toutes les substances présentes mais normalement étrangères au lait issu d'une traite hygiénique. Elles peuvent être la conséquence :

— d'une mauvaise filtration du lait à la ferme ou à son arrivée à l'usine ;

— de l'usure du matériel de laiterie (détérioration des barattes en bois).

Une bonne filtration et un matériel en acier inoxydable les éliminent.

Les marbrures sont un défaut de la coupe du beurre ; elle présente des zones plus ou moins foncées comparables aux veinures du marbre.

Elles doivent être évitées et sont la preuve, soit d'une utilisation incorrecte d'un colorant, soit d'un malaxage insuffisant ou irrégulier. Lorsque le beurre est salé, le défaut est fréquent.

Lorsque le beurre est de fabrication ancienne et que sa conservation a eu lieu dans de mauvaises conditions, il peut montrer des taches de diverses couleurs dues à la prolifération de moisissures. Pour limiter les risques d'apparition de cette altération, on préconise l'emballage du beurre dans du papier sulfurisé traité au propionate de soude.

Enfin, on sait aujourd'hui que les beurres pasteurisés sont plus rapidement envahis que les beurres de crème crue par les moisissures provenant de contaminations au cours du travail (ateliers d'empaquetage).

Les moisissures peuvent donner des taches vertes

(Penicillium glaucum), brunes (Aspergillus citri, Cladosporium herbanum, Aspergillus niger, Mucor stonolifer), roses (Cephalosporium) ou orange ou jaune foncé (Geotrichum candidum).

Les levures peuvent être responsables de taches roses. Des bactéries peuvent former en surface des colonies teintées. C'est le cas de Pseudomonas nigrifaciens, qui provoque des taches noirâtres, en particulier sur le beurre salé. Toutes ces taches colorées s'accompagnent d'un goût de rance, qui peut diffuser dans toute la masse du beurre.

b) *Défauts de texture*

On apprécie la texture du beurre en étalant d'abord celui-ci avec un couteau, puis en le dégustant. Une texture correcte permet un étalement facile, sans que la pâte colle à la lame du couteau et sans qu'il y ait formation de grumeaux. Dans la bouche, le beurre doit fondre aisément, sans donner l'impression de graisse ou sans faire songer à la présence de grains de sable traduisant une cristallisation grossière de la matière grasse.

Le beurre cassant, grumeleux, est fréquent en hiver. Le défaut est dû à la cristallisation des glycérides sous la forme de gros cristaux, privant la pâte du beurre de toute cohésion en raison de la faible quantité d'oléine libre dans laquelle ils baignent. Pour y remédier, il faut cristalliser finement la matière grasse en refroidissant très énergiquement la crème après pasteurisation. Il faudrait conseiller aux éleveurs d'augmenter le taux de matière grasse de la ration des laitières ou d'utiliser des aliments qui apportent un taux plus élevé d'acides gras insaturés.

Le beurre mou, collant, huileux résulte de la présence d'une forte proportion d'oléine libre, liquide à la température ambiante. Le remède consiste à éviter l'expulsion, en dehors des globules gras, d'une trop grande quantité d'oléine libre et à former simultanément des gros cristaux de glycérides qui, noyés dans l'oléine libre,

confèrent au beurre une texture plus ferme. Ce double objectif est atteint en ne refroidissant pas trop la crème après pasteurisation et pendant la maturation (16 °C - 17 °C). Ce défaut peut résulter d'un séjour trop prolongé du beurre à une température de 15 °C.

Le beurre sableux est un défaut intéressant surtout les fabrications faites à partir des crèmes fermières. Lors des manipulations qui précèdent la pasteurisation, on peut observer un début de barattage et les grains de beurre formés fondent à la pasteurisation. Ce beurre fondu cristallise au refroidissement, en formant de volumineux cristaux responsables de la sensation particulière perçue par le dégustateur. Le mélange d'air au beurre, dû à un pompage trop brutal, ou à toute autre manipulation à l'air libre, peut aussi être à l'origine de ce défaut.

Mauvaise répartition de l'eau : lorsqu'on coupe le beurre, on aperçoit sur la tranche des gouttelettes d'eau qui résultent d'un malaxage insuffisant plutôt que d'une humidité trop grande. Une beurre à 14 % d'eau, mal malaxé, peut laisser suinter le liquide alors qu'un beurre à 18 % d'eau, peut paraître parfaitement sec, s'il a été convenablement malaxé. Lorsque ce sont des gouttelettes de babeurre qui apparaissent sur la tranche, on peut en déduire que le beurre a été non seulement mal malaxé, mais aussi insuffisamment lavé.

c) *Répartition de l'eau*

Elle ne constitue pas en pratique une cause supplémentaire de refus de la marchandise. Par contre, la note de répartition de l'eau peut, dans une proportion notable, entraîner le déclassement à l'exportation.

Les notes de répartition de l'eau sont fonction du mode de barattage comme le révèle le tableau suivant :

Répartition de l'eau notée sur 3 points ..	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
% échantillons	52,8	12,8	11,8	10	6,4	3,9	2,2
% échantillons provenant de butyrateurs (barattage continu) ..	84	9	5	1,2	0,8	0	0

d) *Défauts et altérations du goût et de l'odeur.*

Ce sont les plus nombreux, les plus fréquents et les plus graves. Ils ont une origine bactériologique (rancissement, goût acide, goût de fromage, goût levuré, goût de moisi, goût malté) ou chimique (goût de métal, goût de suif, goût de poisson, goût de caramel).

Défauts de goût des beurres frais

Le rancissement : il est provoqué par l'hydrolyse de la matière grasse qui libère certains acides volatils à odeur piquante : butyrique, caproïque, etc.

Lorsqu'il y a rancissement cétonique, les acides libérés se transforment par oxydation, en méthyl-cétones volatiles d'odeur très désagréable.

Orla Jensen a signalé également le rôle des microbes caséolytiques provoquant la formation d'ammoniac capable de se combiner aux acides gras en formant des produits à odeur repoussante.

On trouve les germes du rancisssement surtout parmi les moisissures (Oïdium, Cladosporium, Penicillium) et les bactéries (bactéries fluorescentes, microcoques, etc). Les levures dont certaines espèces sont fortement lipolytiques, interviennent plus rarement. Lorsque les moisissures sont gênées dans leur développement il y a, en général, rancissement cétonique. Le rancissement, phénomène fréquent pour les beurres fermiers et laitiers, est rare dans les beurres pasteurisés.

Goût acide : il est dû à un développement exagéré des ferments acidifiants dans la crème et à un lavage insuffisant du beurre. Non seulement ce goût est désagréable, par lui-même, mais il annonce bien souvent d'autres défauts favorisés par l'acidité excessive.

Goût de fromage : la saveur perçue est très variable, elle peut s'apparenter à celle du caillé frais du camembert ou du cantal. Elle provient de la dégradation de la caséine de la crème ou du beurre par des germes protéolytiques de pollution (Coliformes, Protéus, Pseudomonas).

Le comportement du beurre rappelle alors celui d'un fromage.

Goût levuré : la flaveur typique « levurée » est due à un mélange de cétones, d'aldéhydes, d'alcools, d'acides acétique et formique, dont l'odeur rappelle l'odeur de pomme. On l'appelle parfois « saveur fruitée ».

Ce goût apparaît lorsque la crème ou le beurre sont envahis par des levures du lactose capables de déclencher une fermentation alcoolique. Les crèmes acides, surtout en été, sont propices au développement de ces levures.

Goût malté : peu marqué, ce goût est douceâtre et rappelle le goût de malt ; plus net, notamment sur un ferment ou un beurre maintenu quelques heures à 30 °C, il évoque le goût de caséine brûlée. Certains ferments lactiques sont responsables de ce défaut généralement moins grave que les précédents.

Goût de métal : accompagné d'une saveur astringente très caractéristique, il provient de la présence de fer ou de cuivre en quantité importante. Il n'est habituellement que le prélude à d'autres altérations plus graves : suiffage ou goût de poisson.

Goût d'oxydé : il provient de l'oxydation de la matière grasse. Il est voisin sensoriellement du goût métallique et aussi du goût d'un champignon consommé cru.

Goût de vieille crème : sous ce vocable, on désigne une saveur présentée assez souvent par les beurres de crèmes fermières désacidifiées lorsque leur fabrication n'a pas été rationnellement conduite. En particulier, le mauvais goût apparaît régulièrement lorsque la désacidification a été trop prolongée.

Goût de cuit, de caramel ou de brûlé : il est la conséquence d'une pasteurisation mal conduite s'accompagnant d'un gratinage sur les surfaces d'échange du pasteurisateur. C'est un défaut fréquent lorsqu'on traite des crèmes trop acides. La caséine précipitée ainsi que le lactose, subissent un début de carbonisation qui entraîne

l'apparition du mauvais goût. Il arrive que celui-ci s'estompe nettement pendant les quelques jours qui suivent la fabrication. Certains ferments lactiques provoquent également l'apparition du goût de cuit.

Goût iodé : s'identifie sensoriellement à celui de certaines algues. Ce défaut apparaît lorsqu'on utilise, pour laver le beurre, de l'eau contenant après javellisation un excès de chlore et ayant séjourné dans un réservoir dont les parois intérieures sont goudronnées. Il y a formation de chlorophénol et apparition simultanée d'un goût de pharmacie que le dégustateur rapproche en général de la saveur iodée.

Goût d'étable : il résulte souvent d'un lavage insuffisant. C'est la présence de babeurre altéré qui en est alors la cause ; les germes responsables sont souvent des coliformes.

Goût de fourrage, de pulpe, d'ail, etc. : ces mauvais goûts peuvent apparaître, à certaines périodes de l'année, lorsque les animaux consomment des plantes à odeur prononcée. Il est toujours difficile d'éliminer totalement, en cours de fabrication, ces saveurs étrangères.

Le goût reste la cause la plus fréquente de sanctions défavorables : 26,7 % en 1970. Les anomalies de goût les plus souvent signalées sont le goût de fromage et le goût d'oxydé ; ces défauts ne sont pas toujours très caractérisés et l'appréciation des experts comprend souvent plusieurs termes par exemple « goût de fromage, de cuit », ou « oxydé, acide », etc. cette appréciation multiple permet d'orienter la recherche des causes d'altération et en général d'y remédier. Cette recherche peut s'appuyer sur l'analyse en laboratoire, mais le plus souvent les conditions de traitement du lait et de la crème sont à examiner sur les lieux de production et de transformation.

L'aide technique aux usines est souvent motivée par la nécessité de rechercher les causes des défauts de goût. L'intervention sur les lieux même de la fabrication est alors nécessaire.

Défauts de goût des beurres conservés en entrepôts frigorifiques.

Goût de moisi : assez fréquent, il est la conséquence de la prolifération des moisissures. Rarement on le trouve seul car ces germes ont toujours une activité caséolytique et lipolytique considérable.

Goût de suif : c'est une altération qui résulte de l'oxydation de la matière grasse et s'accompagne de la formation de peroxydes. Le suiffage est favorisé par l'exposition à l'air et à la lumière solaire ainsi que par la présence de fer et surtout de cuivre qui catalysent l'oxydation. Le diacétyle est aussi un élément susceptible d'intensifier le phénomène. Il s'accompagne fréquemment d'une décoloration du beurre (son aspect devient identique à de la bougie).

Goût de poisson : les lécithines du beurre sont dégradées avec formation de trimétylamine qui présente un goût de poisson très net. L'acidité, la présence de sel et de métaux (cuivre) catalysent la dégradation des lécithines. La pasteurisation de la crème à une température supérieure à 90 °C permet la formation de substances entravant le développement de l'altération. Il a pratiquement disparu depuis la généralisation des appareils en acier inoxydable.

Goût et odeur d'entrepôts, de renfermé : s'apparentent sensoriellement au goût de carton mâché. Ces défauts apparaissent lorsque le beurre est conservé dans des locaux renfermant d'autres denrées dégageant une odeur même discrète. Nous avons déjà souligné la facilité avec laquelle le beurre est capable d'absorber toutes les odeurs.

Evolution des beurres au froid : au cours des derniers mois de 1967, le S.T.I.L. à la demande de la Société Interlait, a procédé au contrôle de la qualité organoleptique des beurres achetés par cet Organisme et ayant subi un stockage de 6 mois à 1 an.

Il a été ainsi gardé en « 3^{e} contrôle » :

— 16 810 tonnes de beurres ayant environ 5 à 6 mois de stockage (beurre d'achats campagne 1967-1968) ;

— 9 200 tonnes de beurre ayant environ 1 an de stockage (beurre d'achats campagne 1966-1967) ;

— l'étude statistique des résultats obtenus montre que pour le beurre ayant 5 à 6 mois de stockage :

- 65,92 % du tonnage correspond à du beurre de catégorie A (15 de note globale dont 8 au goût) ;
- 31,67 % du tonnage correspond à du beurre de catégorie B (13 de note globale dont 6 au goût) ;
- 2,41 % du tonnage correspond à du beurre de qualité inférieure.

Les beurres ayant environ un an de stockage : l'étude statistique effectuée d'après les résultats obtenus à la suite d'un « 3e contrôle » fait apparaître que :

- 38,67 % du tonnage correspond à du beurre de catégorie A (15 de note globale dont 8 au goût) ;
- 54,69 % du tonnage correspond à du beurre de catégorie B (13 de note globale dont 6 au goût) ;
- 6,62 % du tonnage correspond à du beurre de qualité inférieure qui n'est pas considéré comme exportable.

On remarque que le pourcentage du tonnage déclassé du fait d'une mauvaise conservation déjà élevé au bout de 6 mois (34,08 %), l'est beaucoup plus au bout d'un an (61,31 %).

Les défauts entraînant le déclassement s'analysent de la façon suivante :

Beurre ayant 6 mois de stockage :

— goût de fromage et de babeurre . . . . 44,82 %

— goût oxydé et goût de métal . . . . . 23,47 %

— goût de vieille crème . . . . . 14,54 %

— goût de vieux . . . . . 11,18 %

— goût de « frigo » et de poisson . . . . . 3,29 %

— goût graisseux . . . . . 2,70 %

Beurre ayant 1 an de stockage :

— goût de fromage et de babeurre . . . . 27,15 %

— goût de vieille crème . . . . . 21,72 %

— goût de « frigo » . . . . . 17,24 %

— goût de vieux . . . . . 13,27 %

— goût oxydé et goût de métal . . . . . 10,25 %

— goût graisseux . . . . . 4,57 %

— goût de savon . . . . . 2,84 %

— goût de rance . . . . . 1,30 %

— goût de poisson . . . . . 0,69 %

— goût suiffeux . . . . . 0,94 %

L'étude de l'évolution des défauts dans le temps nous montre également des faits intéressants :

— goût de fromage : défaut le plus souvent reproché après six mois de conservation ; il ne semble pas apparaître ensuite mais on note une aggravation du défaut et quelques cas de rancissement ;

— goût oxydé : la fréquence de ce défaut reste relativement constante. On peut cependant noter une intensification de l'oxydation et l'apparition de quelques goûts de savon et goûts suiffeux ;

— vieille crème : la proportion de ce défaut augmente très fortement, ce qui peut laisser penser qu'il se développe tout au long de la durée de la conservation ;

— goût de « frigo » : peu fréquent après six mois de congélation ; ce défaut apparaît de plus en plus fréquemment dès que la durée de congélation s'accroît. Le

« goût de poisson » reste un cas assez exceptionnel, du fait de la suppression du cuivre au profit de l'acier inoxydable dans les installations.

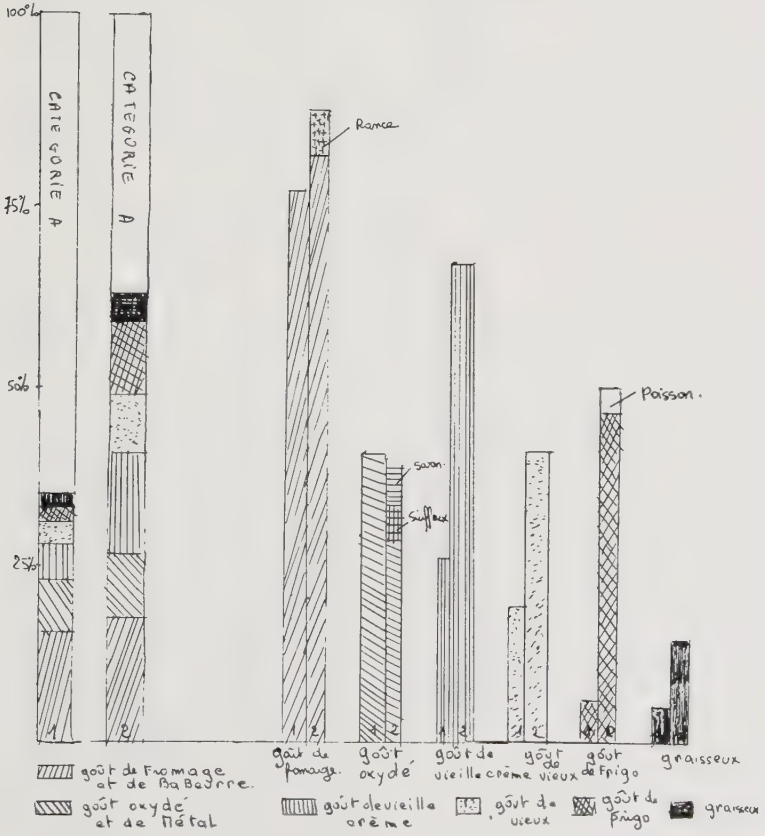
Les « goût de vieux » et « goût graisseux » augmentent également dans une proportion sensible.

Qualité du stock, au début, catégorie A :

1. — Après six mois.
2. — Après un an.

Evolution des défauts :

1. — Après six mois de conservation.
2. — Après douze mois de conservation.



Cette étude met en lumière des faits bien connus des dégustateurs chargés du contrôle des beurres destinés au stockage et il semble que les recherches plus poussées restent à faire en la matière surtout en ce qui concerne l'influence des divers facteurs de fabrication et de congélation sur la conservation de longue durée du beurre.

Ces études devraient être complétées par l'analyse de l'évolution du beurre déstocké après conditionnement et commercialisation.

3° BILAN DU CONTROLE DES BEURRES

a) Résultats des contrôles effectués dans les usines : on constate que les deux tiers des échantillons examinés sont de qualité satisfaisante et correspondent aux normes de l'agrément. Le tiers restant présente des défauts ; les normes ne sont pas respectées et les fautes sont alors sanctionnées. Les fautes constatées se répartissent comme suit en prenant pour exemple les résultats des années 1968, 1970, 1972 et 1973.

Défauts	% échantillons			
	1968	1970	1972	1973 De janvier à novembre
Humidité	3,6	3,6	4,9	3,5
Phosphatase	1	0,8	0,6	0,7
Bactéries coliformes indol + ...	5,4	7,9	9,4	9,7
Goût	22,9	26,7	25,2	18,2
Plusieurs causes simultanées	4,4	4,8	4	0,5
Total des échantillons non conformes	28,5	34,5	36,1	31,7

L'activité d'inspection dans le cadre du contrôle permanent se résume par le tableau suivant en prenant pour exemple l'année 1970.

	Nombre	%
Agrément	15	69,5
Maintien d'agrément	2424	
Réagrément	79	
Premier avertissement	627	30,5
Deuxième avertissement	237	
Suspension	91	
Suspension maintenue	136	
Agrément refusé	11	
Total des échantillons examinés.	3620	

b) *Défauts des beurres découverts au moment de la commercialisation*

Si les produits ne sont pas conformes sur un plan hygiénique ou sanitaire, leur saisie sera prononcée s'ils sont dangereux, toxiques, impropres à la consommation humaine et animale.

Les saisies sont rares en produits laitiers du fait du déclassement possible des denrées et de leur utilisation en alimentation animale ou en fabrication industrielle. Le tableau ci-dessous indique les principaux motifs de saisie et les quantités de produits qui ont été retirées à la consommation.

Les rapports généraux d'Activité des Services Vétérinaires analyses les différents motifs de saisie : le rancissement et les moisissures, restent les plus fréquents.

Motifs de saisies des beurres et crèmes	Poids en kg 71	Poids en kg 72
Caractères anormaux :		
Couleur, odeur anormale	1	2 251
Corps étranger	339	935
Moisi	423,9	497
Rance	3 112	1 588
Putréfaction	148,5	99
Autres (date de péremption dépassée)	1 347,5	2 654,79
Conditionnement défectueux :		
Non étanche	27	67
Bombé	230,7	18,5
Autre	70	76
Poids totaux saisis	5 699,6	8 236,29

Il est regrettable que les chiffres publiés réunissent le beurre et la crème.

F. — LE PROBLEME DES RESIDUS DE PESTICIDES DANS LES BEURRES

1° DEFINITION DES PESTICIDES

Pesticide est un mot d'origine anglo-saxonne qui a été francisé. Dans son acception générale, le terme de « pest » englobe les « fléaux » d'origines les plus diverses mais, aussi bien en anglais qu'en français, pesticide a pris une signification plus restrictive, équivalente de celle de l'expression française « produit antiparasitaire agricole ».

Les pesticides permettent donc de combattre des fléaux d'origines très diverses : origine microbienne, comme le mildiou de la pomme de terre ou de la vigne : origine animale, comme le lapin de garenne en tant qu'ennemi des cultures, comme les insectes (poux, moustiques, varron) etc.

2° HISTORIQUE

Depuis fort longtemps, empiriquement d'abord, puis de façon de plus en plus scientifique, l'Homme s'est préoccupé de lutter contre les ennemis des cultures, les maladies des plantes, les insectes ou les animaux prédateurs. L'industrie chimique a mis sur le marché des produits de plus en plus actifs, efficaces et sélectifs, et en France on utilise actuellement plus de 250 matières actives entrant dans la composition de 3 500 à 4 000 spécialités commerciales.

Ces efforts ont eu pour résultat de mettre à la disposition des agriculteurs des moyens de lutte de plus en plus efficaces contre les ennemis des cultures, et de

permettre une meilleure productivité des exploitations agricoles. Il faut être objectif et affirmer la nécessité absolue de ces moyens de lutte. En 1966 a paru une étude dans le bulletin de l'Académie Nationale de Médecine à propos des résidus des pesticides dans le lait et les produits laitiers par MM. Thieulin, Pantaléon, Richou, Cumont qui montrait bien quels étaient les dangers.

3° LES PESTICIDES

a) Pesticides organo-chlorés (insecticides).

L'HCH ou hexachlorocyclochexane. Trois isomères principaux :

— l'alpha-HCH, composant majeur de l'HCH technique,

— le gamma-HCH ou lindane, dont la dégradation « *in vivo* » est assez rapide : formation de pentachlorocyclohexènes (PCCH) quelquefois identifiés dans le lait, de chlorobenzène et de trichlorophénols,

— le béta-HCH, le plus résistant dans le milieu extérieur, reconnu comme le plus toxique à long terme,

— l'heptachlore : c'est l'époxyde de l'heptachlore (1, 4, 5, 6, 7, 8, 8 heptachloro 2, 3-époxy-2, 3, 3a, 4, 7, 7a, hexahydro-4, 7-méthanoindène) qui est en fait le seul métabolite retrouvé dans le lait ;

— la dieldrine : c'est le composé : 1, 2, 3, 4, 10, 10 hexachloro 6, 7 époxy-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a octahydro-1, 4 endo exo-5, 8 diméthanonaphtalène qui peut être considéré en tant que tel ou comme dérivé naturel, de l'Aldrine (29 formulations en 1970) ;

— le pp' DDT : 32 formulations en 1970 ; deux dérivés essentiels, le pp' DDD et le pp' DDE. Ce composé est peu important en France mais présente des taux résiduels notables dans la plupart des pays européens et en Amérique du Nord.

b) Fongicides : l'HCB ou hexachlorobenzène.

Primitivement décelé sur du gibier en Hollande puis

dans le lait, on le retrouve plus particulièrement dans le lait et les produits laitiers du Nord et du Nord-Est français.

Tous ces composés ont en commun trois propriétés physicochimiques essentielles :

— une grande stabilité dans le milieu extérieur (surtout le β HCH et l'HCB) ;

— un degré lipophile élevé ;

— des degrés de solubilité lipidique importants « *in vivo* » pour le β HCH, l'époxyde de l'heptachlore et la Dieldrine ;

— un métabolisme qui apparaît de plus en plus complexe au fur et à mesure des perfectionnements analytiques mais de toute façon très étalé dans le temps, exception faite du γ HCH et du pp' DDD. Le lait apparaît naturellement comme la voie d'excrétion primordiale des pesticides organo-chlorés. C'est dans le lait et les produits laitiers que, depuis une dizaine d'années, les recherches des résidus de composés organo-chlorés se sont intensifiées avec des moyens analytiques de plus en plus précis. Ces organo-chlorés se fixant électivement au niveau de la graisse se retrouvent donc à une concentration élevée dans les beurres.

Mode de contamination des vaches laitières : les contaminations par les composés que nous venons d'examiner s'effectuent chez l'animal essentiellement par la voie digestive. De nombreuses expérimentations ont été réalisées, tant en France qu'à l'étranger, dans le but de déterminer aussi précisément que possible les conditions exactes de la pollution.

En France, trois éléments déterminants sont à considérer :

— les traitements des étables et des locaux de stockage des aliments. Les composés en cause sont l'HCH$^{\alpha}$, l'HCH$^{\beta}$, l'HCH$^{\gamma}$ (lindane). Les blanchiments des locaux de stabulation ont été la source principale de la

contamination par l'HCH. L'écoulement de certains stocks après l'interdiction de 1969, a malheureusement prolongé la présence de ce composé, dont un isomère (β) possède une rémanence et une résistance des plus marquées. Le lindane (isomère γ) employé un certain temps après 1969 ne semble plus poser de problèmes actuellement sous cette forme de contamination ;

— l'alimentation : les composés en cause sont l'HCHα, l'CHCγ (lindane), l'heptachlore, l'Aldrine, la Dieldrine, l'HCB. La contamination des végétaux entrant dans la composition de l'aliment peut intervenir directement sur les taux résiduels observés. Ainsi peuvent être mis en cause : les céréales, les tourteaux et les concentrés qui apportent des contaminants de type HCH, par un processus extérieur à l'exploitation, disparate, fonction du hasard des achats.

L'époxyde de l'heptachlore provient lui directement de l'utilisation en alimentation animale des pulpes de betteraves (Nord, Nord-Est) et du maïs fourrage (Ouest, Sud-Ouest). Il ne faut pas oublier que les traitements moyens phytosanitaires qui s'effectuent avec 4 à 6 kg de matière active à l'hectare polluent le sol durant plusieurs années. L'heptachlore, l'aldrine, la dieldrine, conservent leur activité presque intégrale sept ans après l'application (95 %). Ils présentent encore une action relativement forte (25 %) 9 à 13 ans après les premiers traitements. La Dieldrine peut provenir des traitements de prairie à l'engrais aldriné (4 à 5 kg de M.A. à l'hectare). En fait, ce composé se retrouve dans certains tourteaux ou concentrés contaminés la plupart du temps dans des locaux de stockage défectueux.

L'exachlorobenzène (HCB) enfin, fongicide de synthèse, est très peu employé en France depuis quelques années. C'est plutôt comme sous-produit de fabrication du PCNB (Pentachloronitrobenzène ou Quintozène) qu'il peut être considéré comme polluant du lait dans certaines régions du Nord de la France. Cette pollution se ferait par les racines d'endives traitées qui sont données aux

vaches laitières régulièrement dans de nombreuses exploitations.

Néanmoins, le problème reste posé du décalage manifeste entre le faible tonnage de fabrication de ce composé et sa présence assez régulière constatée dans les analyses de nombreuses denrées (lait, produits laitiers, volailles, gibier). Une biosynthèse naturelle de ce composé, à partir de polluants industriels n'est pas à exclure.

Les interventions thérapeutiques vétérinaires semblent enfin être la cause directe de contaminations dues au Lindane (HCH γ). Les traitements des ectoparasites déterminent une augmentation rapide du taux résiduel (20 à 25 fois plus que la contamination de départ) qui s'annule d'ailleurs assez rapidement 3 à 4 semaines après l'application. Ces actions thérapeutiques présentent donc un inconvénient certain, beaucoup plus important que les traitements phytosanitaires correspondants avec ce même produit.

4° DANGER DES PESTICIDES

Du point de vue toxicologique, la présence de résidus de pesticides dans les aliments préoccupe tout naturellement les milieux scientifiques de la santé publique depuis de nombreuses années. Les risques propres aux résidus de pesticides organo-chlorés sont des risques à d'autant plus à redouter que le mécanisme intime d'action moyen ou à long terme (Truhaut, 1965). Ces risques sont toxique de ces composés est encore mal connu. Plusieurs hypothèses ont été proposées :

1° Formation de complexes avec la membrane nerveuve périphérique, avec inhibition de l'influx K^+ (DDT, Dieldrine-Aldrine).

2° Action directe sur le système nerveux central, dégénérescence tissulaire (DDT et ses dérivés).

3° Accumulation d'acétylcholine comme avec les organophosphorés (Aldrine, DDT) dans le système nerveux central et périphérique.

4° Récemment, accumulation d'ammoniaque et d'acétylcholine dans le système nerveux central (DDT, Dieldrine, Lindane, Heptachlore) (Saint-Omer, 1969).

En fait la toxicité à long terme qui nous intéresse ici est assez difficile à préciser. Une toxicité légère a pu être observée sur des animaux adultes modérément contaminés. Les pesticides ne demeurent en général qu'un temps très court dans la circulation sanguine et se concentrent rapidement dans le tissu adipeux.

Ce stockage est en fait un processus de détoxification.

Récemment, Findlay et De Freitas (1971) ont démontré qu'une période de jeûne, le taux des lipides de réserve (surtout abdominal et cardiaque) diminue rapidement alors que le taux de lipides des érythrocytes du plasma, du foie et du cerveau reste pratiquement inchangé. Le DDT, utilisé dans l'expérimentation migre, à partir des graisses de réserve, dans les adipocytes musculaires et semble, ce qui est le plus important, demeurer irréversiblement dans ce tissu.

Quoi qu'il en soit, le stockage de résidus d'insecticides organo-chlorés a été observé chez l'animal et chez l'Homme à des taux très élevés sans signe apparent d'intoxication soit :

— chez l'Homme .. .. 38 à 647 ppm (DDT)

— chez le Rat .. .. .. 30 à 2 000 ppm (DDT)

— chez la Poule .. .. 20 à 11 000 ppm (DDT)

Les risques qui peuvent intéresser le nouveau-né ou le fœtus sont encore assez mal connus. Comme chez l'adulte, le syndrome est essentiellement nerveux. Le composé, après la traversée très facile du placenta, possède une action toxique plus importante sur les tissus physiologiquement immaturés.

Les effets hormonaux de certains insecticides organochlorés sont en fait connus depuis 1953.

Ce sont surtout les travaux de WELCH-LEVIN et

CONNEY qui, en 1969, précisent l'effet œstrogène d'un isomère du D.D.T., l'o.p.' D.D.T., présent dans le produit technique au taux approximatif de 20 %. La similitude des configurations stéréochimiques avec le 17 β œstradiol explique l'action œstrogène qui, malgré tout, il faut le préciser, est environ 10 000 fois inférieure.

Les organo-chlorés perturbent également les processus enzymatiques du foie qui peut ainsi augmenter son pouvoir de dégradation vis-à-vis de nombreux composés pharmacologiques (drogues, stéroïdes).

L'action cancérigène, enfin, des composés organochlorés est la plus discutée et la plus controversée aujourd'hui.

Si la toxicité des cyclodiènes paraît la plus apparente dans ce domaine, le D.D.T., le méthoxychlore ou leurs dérivés ne semblent pas présenter un danger réel, les expérimentations récentes tendraient à prouver le contraire.

En résumé, le risque propre aux composés organochlorés est assez complexe et mal défini. Sans exagérer ce risque, il convient cependant de le contrôler et de le réduire, en partie, par l'établissement de normes sur les résidus dans les produits alimentaires.

Toutes les données obtenues justifient la procédure d'évaluation du risque et sa prévention : utilisation de la D.J.A. (dose journalière acceptable), d'un coefficient de sécurité, de la C.M.A. (concentration maxima autorisable) dans l'aliment, de la consommation journalière moyenne, etc.

En ce qui concerne le lait ou les produits laitiers, il est intéressant d'évaluer le rapport consommation moyenne journalière sur D.J.A. (voir tableau). Il est aussi intéressant de constater qu'en France comme dans de nombreux pays (Hollande, U.S.A., Grande-Bretagne), la Dieldrine présente le rapport le plus élevé.

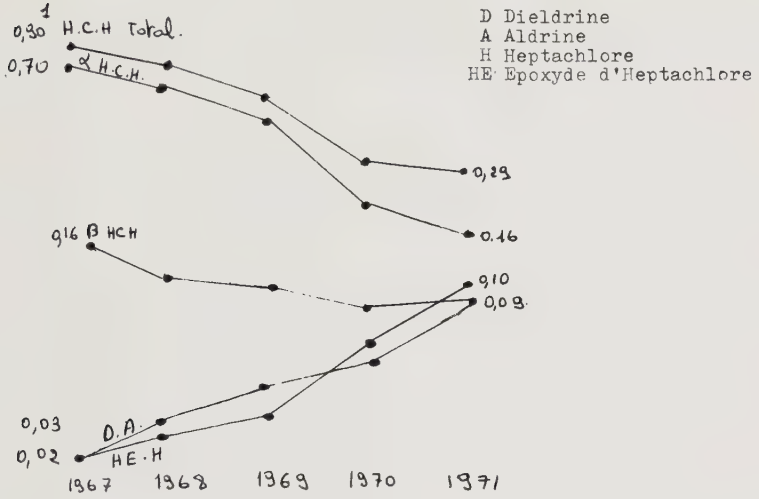
Consommation D.J.A.	France 1971	Hollande 1968	U. S. A. 1968
Dieldrine - Aldrine	0,6	0,25	0,16
Heptachlore - Epoxyde d'heptachlore	0,13	0,02	0,03
HCH - Lindane	0,002	0,0006	
D.D.T. - D.D.E. - D.D.D.	= ou env. 0	0,13	0,30

L'utilisation de pesticides organo-phosphorés ou de carbamates semble progressivement s'imposer aujourd'hui dans les traitements phytosanitaires d'une part, vétérinaires d'autre part.

Les risques provenant des résidus de pesticides organo-phosphorés sont des risques à court terme. Ce sont les dérivés « O analogues » normalement éliminés par le foie qui possèdent la plus haute toxicité, et qui sont seuls doués du pouvoir d'inhibition de l'acétylcholine-stérase (A.C.H.E.). Cette inhibition entraîne des signes d'hyperchlolinergie avec des effets muscariniques et nicotiniques habituels. Le choix des composés les moins dangereux et la comparaison avec les insecticides organo-chlorés milite indéniablement en faveur de l'emploi de ces nouveaux produits.

5° NIVEAU DE CONTAMINATION ACTUELLE DE LA MATIERE GRASSE DU BEURRE FRANÇAIS (ET DES PRODUITS LAITIERS)

Le tableau nous montre les variations des taux résiduels des pesticides organo-chlorés dans les produits laitiers depuis cinq ans.



Résidus des pesticides chlorés produits laitiers
(Laboratoire central de recherches d'Alfort)

Il est intéressant de comparer le degré de pollution de la matière grasse française par rapport aux tolérances administratives en organo-chlorés dans les Etats où elles ont été fixées.

	HCB	HCHα	HCHβ	HCHγ	HCH total	HE-H	DA	DDT DDE DDD	Chlordane
Produits français 1971									
Gamme	ND 0,05	0,04 0,96	0,03 0,24	T 0,13	0,07 1,26	ND 0,18	ND 0,31	T	
Moyenne arith.	0,01	0,21	0,08	0,03	0,33	0,06	0,05	T	
Normes U.S.A. (taux maximum admis) ...	0,30				0,30	0,30	0,30	1,00	0,10
Normes Canada			0,10	0,30	0,30	0,10	0,10	1,00	0,10
Normes Yougoslavie ..				0,20			0,125	0,125	
Normes Suisse					0,10	0,125	0,125	0,125	

ND - Non dosable
T - Traces

Les produits pour lesquels le taux de pollution pose le plus de problèmes, en France, sont :

L'H.C.H. total, qui est en diminution régulière quoique légèrement stabilisé ces derniers mois. Le taux résiduel de l'isomère β varie peu, il est trop élevé par rapport aux normes ; ceux de l'isomère α (Lindane) demeurent, dans l'ensembe, toujours extrêmement faibles.

L'Epoxyde de l'heptachlore (et l'heptachlore) persiste et augmente régulièrement. Sa présence est particulièrement importante dans les régions du Nord, Nord-Est.

La Dieldrine (et l'Aldrine) a sensiblement la même importance et la même répartition que celle de l'heptachlore.

Les résultats sur les produits laitiers examinés au Laboratoire Central de Recherches Vétérinaires d'Alfort (1970-1971) sont le reflet des autres enquêtes effectuées en France, en particulier celles de la Profession laitière et de l'Institut Technique de l'Elevage Bovin.

6° MESURES DE PREVENTION

Des mesures administratives nouvelles vont s'ajouter prochainement à des textes légaux importants déjà en vigueur.

1. — Réglementation en vigueur (en France).

Arrêté du 15 octobre 1969 : interdiction d'emploi de l'H.C.H. (y compris Lindane), de l'Aldrine, de la Dieldrine et du D.D.T. pour la désinsectisation des étables et de tous locaux servant au logement des animaux domestiques ou à la préparation de leur nourriture.

Décret du 30 juillet 1971 : interdiction de vente des denrées ou boissons destinées à l'alimentation humaine ou animale, contenant une teneur en résidus de produits utilisés en agriculture et en élevage (dont les pesticides) présentant un danger pour la santé humaine, même si le danger n'apparaît qu'après une longue période de consommation.

Arrêté du 6 août 1971 : interdiction de vente, pour la consommation humaine, de viande ou de sous-produits des animaux ayant reçu des pesticides organo-chlorés à la suite de traitements thérapeutiques vétérinaires, pendant une période de trois ans au moins, en raison de la persistance des résidus.

Circulaires d'application des 22 et 28 juillet 1970 et du 14 octobre 1971 relatives aux conditions de traitement des locaux de stabulation ou de stockage des aliments.

2. — Réglementations (en France).

La circulaire d'application de l'arrêté du 6 août 1971 : désignation des pesticides organo-chlorés : H.C.H. (tous les isomères), Aldrine, Dieldrine, Chlordane, Heptachlore, D.D.T., D.D.D., Toxaphène, Endosulfan.

Interdiction totale de vente (fin juin 1972) et d'emploi (1er octobre 1972) des cyclodiènes chlorés en agriculture (vise l'Heptachlore, le Chlordane, l'Aldrine et la Dieldrine).

Dans le cadre européen (C.E.E.), des commissions spécialisées établissent actuellement des projets de Directive visant à l'établissement de Normes de Tolérance pour les résidus de pesticides (y compris organo-chlorés) dans les denrées d'origine animale ou végétale (alimentation de l'homme ou alimentation de l'animal).

Ces normes, garanties essentielles de la santé du consommateur, doivent rétablir des conditions normales d'échanges (importations, exportations) vis-à-vis des pays déjà pourvus de ce système de protection.

Un exemple intéressant nous est fourni par les Normes de Tolérance de la Food and Drug Administration (U.S.A.) qui sont imposées à une grande variété d'aliments pour l'homme. Ces normes sont basées sur le principe dit des « listes positives », principe qui est maintenu pour les Normes Européennes en projet.

G. — INTERET DE L'INSPECTION DES BEURRES.

L'appellation « Beurre pasteurisé » est une garantie de qualités organoleptiques, chimiques et bactériologiques pour le consommateur. La France, en 1972, a produit 514 000 tonnes.

Le beurre provenant d'établissements non agréés par les services de contrôle est commercialisé sous l'appellation « Beurre laitier ». Il ne représente, en 1971, qu'environ 25 000 tonnes.

Le contrôle a permis l'amélioration de la qualité des beurres pasteurisés français.

Ex. : Les bactéries coliformes indologènes.

Nombre de coliformes indologènes par g	1944	1969
0	72,8 %	79 %
0 à 24	11,9 %	15 %
+ de 25	15,3 %	6 %

La négativité extrêmement fréquente de l'épreuve de la phosphatase dénote une bonne efficacité des pasteurisateurs en service.

Année	% phosphatase +
1944	6 %
1967	1 %
1969	0,8 %

La qualité constante du produit fabriqué permet à la plupart des industriels de vendre aux stockeurs ou à l'exportation bien que certains pays exigent des normes particulières.

Du point de vue bactériologique, les normes françaises sont très lâches : elles ne tiennent compte que des coliformes indologènes. La plupart des pays européens se basent sur les germes coliformes totaux.

En France, un projet prévoit le durcissement des normes bactériologiques. Une commission d'experts européens se réunit à Bruxelles pour la mise au point d'une réglementation commune au niveau de la C.E.E.

Il existe une commission à l'échelon mondial, qui regroupe les grands pays producteurs de beurre (pays de l'Europe du Nord et de l'Ouest ; Nouvelle-Zélande, Australie) dont les travaux ont pour but de rapprocher les points de vue sur les qualités organoleptiques des beurres dans le monde. Actuellement, les avis sont divergents.

Les pays nordiques acceptent volontiers les beurres à goût acide, voire métallique.

Les Suisses et les Allemands ne considèrent pas le « goût de cuit » comme un défaut. Au niveau de ces commissions, on reproche aux beurres français leur hétérogénéité.

Nos beurres de l'Ouest (Normandie, Bretagne) sont particulièrement peu appréciés à cause de leur texture huileuse.

En soumettant les beurres français à des épreuves non obligatoires, l'inspection permet d'informer le Ministère de l'Agriculture de la qualité de nos produits par rapport aux normes étrangères. Le dosage des produits organochlorés dans les beurres a permis de prendre des mesures depuis deux ans qui ont entraîné une nette amélioration surtout en ce qui concerne le taux des résidus d'H.C.H. et ont évité que la France ne soit petit à petit privée de ses possibilités d'exportation de produits laitiers, dont l'importance pour l'économie nationale n'est plus à démontrer.

Vu : *Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire*
rapporteur

LABIE

Vu : *Le Directeur de l'Ecole*
Vétérinaire de Toulouse

R. LAUTIE

Vu : *Le Président de la Thèse*

ROUX

VU ET PERMIS D'IMPRIMER
Toulouse, le 17-1-1974
Le Président de l'Université
Paul-Sabatier

LARENG

BIBLIOGRAPHIE

ADAMEZYK (E.). — D.D.T. Tolerance in some food products of animal origin, *Medycina wet,* vol. XXVII 11, 1971, 692.

CASALIS (J.), LUQUET (M.) GOURSAUD (J.). — Les résidus de pesticides dans les produits laitiers. Communication faite aux journées du contrôle et de l'analyse dans les industries alimentaires Nantes, 16, 17, 18 mars 1971.

COGITORE (A.). — Traité pratique de réglementation laitière, un volume, 415 pages, 1968, mise à jour de 140 pages, 1969, Edition Sapin d'Or Epinal.

DEHOVE (R.-D.). — Contrôle des produits laitiers au laboratoire. *Le Lait,* 1972, n° 297, 279-280.

HAZEMANN (M.). — Contribution à l'étude de l'économie beurrière en France. Thèse Doct. Vét,. Alfort 1971.

LECOQ (R.). — Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles, deux volumes, 2 184 pages, Edition Doin, 8 place Odéon Paris, 1967.

LUQUET (Fr.). — Les résidus de pesticides organo-chlorés dans le lait et les produits laitiers. Bilan 1969, 1970, 1971. *Le Lait,* 1972, n° 296 195-197.

MRAK (E.M.). — Report of the Secretary's Commission on Pesticides and their relation-ship to Environmental Health. U.S. Dep. H. Ed. Welf. *Wash. Der.,* 1969.

N... — *Le Lait,* 1972, numéro spécial, 7, 26-28.

N... — *Le Lait,* 1973, numéro spécial, 8, 47-48.

N... — Rapport général d'activité des Services Vétérinaires, 1970, 67-68 ; 1971, 71-72 ; 1972, 80-81.

N... — Rapport sur les opérations des Services Sanitaires Vétérinaires de Paris et du département de la Seine, 1953.

N... — Rapport sur les beurres de crèmes pasteurisées contrôlés. *Archives du S.P.E.L.,* 7, rue Scribe, Paris (IX°), 1943.

PIRAUX (E.), JAMOTTE (P.), LACROSSE (R.), LHEUREUX (F.), DE BRIEY (Th.) et PIROT (Y.). — Des facteurs conditionnant l'aptitude du beurre à la conservation en frigorifique. *Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux.* 1956, XXIV, n° 3, 307-350.

POINTURIER (H.) et ADDA (J.). — Beurrerie Industrielle : science et technique de la fabrication du beurre, un volume, 459 pages, *La Maison Rustique*, Paris, 1969.

RAYMOND DEHOVE (A.). — La réglementation des produits alimentaires et non alimentaires, répression des fraudes et contrôle de la qualité, un volume, 1 096 pages, Edition Commerce, 2, rue des Petits-Pères, Paris, 1971.

RICHOU-BAC (H.). — Les résidus de substances toxiques dans les aliments d'origine animale. *Médecine et Hygiène*, 1972, n° 1013, 6-13.

RICHOU-BAC (L.). — Données nouvelles sur la toxicité des pesticides et des polluants organo-chlorés. *Bull. Acad. Vét.*, 1972, XIV 175-187.

RICHOU-BAC (L.), CUMONT (G.), MOLLET (M.-F.), PANTALEON (J.). — Contamination de l'environnement et de la faune par des polluants industriels : les diphényles polychlorés (P.C.B.). *Bull. Acad. Vét.*, 1972, CXI, VIII, 293-303.

RICHOU-BAC (L.), MOLLET (M.-F.) et PANTALEON (J.). — Etat actuel de la contamination des produits laitiers par les résidus de pesticides organo-chlorés. *Bull. Acad. Vét.* 1972, XIV, 131-146.

SAINT-OMER (V.-V.). — The effects of some chlorinated hydrocarbon insecticides on biochimical changes in brains of female rats and cockerels Ph. D. Thesis University of Guelph Ontario, 1969.

SERRES (L.), AMARIGLIO (S.) et PETRANSXIENE (D.). — Contrôle de la qualité des produits laitiers, 2 volumes, 860 pages, Edition Service Information des Services Vétérinaires, 1969, 1973.

SERRES (L.), ROUILLER (D.) et ROILAND (J.-C.). — Le Contrôle des beurres pasteurisés. Informations techniques des Services Vétérinaires, 1970, n° 277, 3-10.

SERRES (L.). — Les laboratoires d'Inspection du Lait, *Le Lait*, 1972, n° 297, 290-292.

THIEULIN (G.) et VUILLAUME (R.). — Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait, des produits laitiers et des œufs, 1 volume, 388 pages, *Revue générale des questions laitières*, 48, avenue du Président-Wilson, Paris, 1967.

TORNIER (J.). — Production laitière et beurrière en Charente, Thèse Doct. Vét., Toulouse, 1966.

VEISSEYRE (R.). — Techniques laitières modernes, 1 volume, 560 pages, *La Maison Rustique*, Paris, 1957.